

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 4 月 4 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 1 0 2 0 2 7
Application Number:

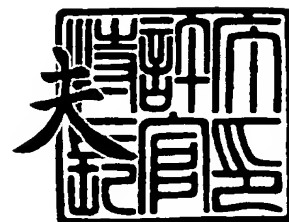
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 1 0 2 0 2 7]


出 願 人 株式会社デンソー
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 3 0 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願
【整理番号】 PNID4308
【提出日】 平成15年 4月 4日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 F02D 45/00
G01M 15/00
【発明者】
【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地 株式会社デンソー内
【氏名】 本多 隆芳
【特許出願人】
【識別番号】 000004260
【氏名又は名称】 株式会社デンソー
【代理人】
【識別番号】 100082500
【弁理士】
【氏名又は名称】 足立 勉
【電話番号】 052-231-7835
【手数料の表示】
【予納台帳番号】 007102
【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
【物件名】 明細書 1
【物件名】 図面 1
【物件名】 要約書 1
【包括委任状番号】 9004766
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 ノッキング検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関に取り付けられたノックセンサからのアナログ信号を、一定のサンプリング間隔毎に A/D 変換してデジタル的にフィルタ処理する信号処理手段と、

前記内燃機関の回転速度に基づいて、前記内燃機関のクランク軸が所定角度回転するのに要する時間あたりの A/D 変換回数を表す数値を求め、その数値を整数化した値 N を算出する算出手段と、

前記クランク軸の回転に同期して設定される動作開始タイミングから所定期間の間、前記信号処理手段によるフィルタ処理結果データを、前記算出手段にて算出された前記 N 個分ずつ積算する積算手段と、

該積算手段により算出された複数の積算値を用いてノッキングの有無を判定するノック判定手段とを備え、

更に、前記算出手段は、前記積算手段が動作を開始する前毎に前記 N を算出すると共に、前記積算手段が動作している期間中は前記 N を更新しないように構成されていること、

を特徴とするノッキング検出装置。

【請求項 2】 請求項 1 に記載のノッキング検出装置において、

前記算出手段は、

前記クランク軸が一定角度回転する毎に発生する基準信号の発生間隔を前記内燃機関の回転速度として測定し、その測定した基準信号の発生間隔に、前記一定角度と前記所定角度と前記サンプリング間隔とから決められた定数を乗じること

で、前記数値を求めること、

を特徴とするノッキング検出装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は請求項 2 に記載のノッキング検出装置において、

前記算出手段は、

前記内燃機関の回転速度が所定値以下の場合、或いは、所定値以上の場合に、

前記 N の値を予め定められた固定値にすること、

を特徴とするノッキング検出装置。

【請求項 4】 請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載のノッキング検出装置において、

前記積算手段は、動作を開始すると、積算値が a 個 (a は 2 以上の自然数) になるまで、前記フィルタ処理結果データを前記 N 個分ずつ積算すると共に、

前記ノック判定手段は、前記積算手段により算出された前記 a 個の積算値を用いてノッキングの有無を判定し、

更に、前記算出手段は、前記数値を四捨五入により整数化して前記 N を算出するようになっており、

前記算出手段が前記数値の小数点以下を切り捨てて前記 N を算出した場合には、前記 a の値が増加されるように構成されていること、

を特徴とするノッキング検出装置。

【請求項 5】 請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載のノッキング検出装置において、

前記積算手段の動作開始タイミングは、前記クランク軸の回転位置が特定の基準位置となったときに、その時点から前記内燃機関の回転速度に基づき前記クランク軸がある角度だけ回転すると予想される時刻として設定されると共に、

前記積算手段は、前記動作開始タイミングが到来して動作を開始すると、積算値が 2 以上の所定個数になるまで、前記フィルタ処理結果データを前記 N 個分ずつ積算するようになっており、

更に、前記ノック判定手段は、

前記クランク軸の回転位置が前記基準位置となるまでの前記内燃機関の回転速度と、前記クランク軸の回転位置が前記基準位置となってから前記積算手段が前記所定個数の積算値の算出を完了するまでの間の前記内燃機関の回転速度とから、前記内燃機関の加減速状態を判定し、前記積算手段により算出された前記所定個数の積算値のうちで、ノッキング判定に実際に用いられる連続した順番の複数の積算値を、前記加減速状態の判定結果に応じて選択する使用積算値選択手段を備え、

前記使用積算値選択手段によって選択された積算値を用いてノッキングの有無



を判定すること、

を特徴とするノッキング検出装置。

【請求項 6】 請求項 5 に記載のノッキング検出装置において、

前記使用積算値選択手段は、

常に一定個数の積算値を、ノッキング判定に実際に用いられる積算値として選択すること、

を特徴とするノッキング検出装置。

【請求項 7】 請求項 1 ないし請求項 3 の何れか 1 項に記載のノッキング検出装置において、

前記積算手段の動作開始タイミングは、前記クランク軸の回転位置が特定の基準位置となったときに、その時点から前記内燃機関の回転速度に基づき前記クランク軸がある角度だけ回転すると予想される時刻として設定されると共に、

前記積算手段は、前記動作開始タイミングが到来して動作を開始すると、積算値が 2 以上の所定個数になるまで、前記フィルタ処理結果データを前記 N 個分ずつ積算するようになっており、

更に、前記ノック判定手段は、

前記クランク軸の回転位置が前記基準位置となるまでの前記内燃機関の回転速度と、前記クランク軸の回転位置が前記基準位置となってから前記積算手段が前記所定個数の積算値の算出を完了するまでの間の前記内燃機関の回転速度とから、前記内燃機関の加減速状態を判定し、

前記内燃機関の加減速が所定パーセント以内であった場合には、前記積算手段により算出された各積算値を、1 番目のものから順に m 個 (m は 2 以上の自然数) 毎に積算した b 個 (b は 2 以上の自然数) の積算値を用いてノッキングの有無を判定し、

前記内燃機関が所定パーセントよりも大きく減速していた場合には、前記積算手段により算出された各積算値を、1 番目のものから順に前記 m よりも多い一定の個数毎に積算した b 個の積算値を用いてノッキングの有無を判定し、

前記内燃機関が所定パーセントよりも大きく加速していた場合には、前記積算手段により算出された各積算値を、1 番目のものから順に前記 m よりも少ない一



定の個数毎に積算したb個の積算値を用いてノッキングの有無を判定すること、
を特徴とするノッキング検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関のノッキングを検出する技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

従来より、内燃機関のノッキング検出装置として、ノックセンサからのアナログ信号（以下、ノックセンサ信号ともいう）を一定のサンプリング周期毎にA/D変換すると共に、そのA/D変換された時系列のデータ（サンプリングデータ）をデジタルフィルタ処理し、そのフィルタ処理結果に基づいて、ノッキングの発生を検出するものが提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【0003】

【特許文献1】

特許第2764495号公報

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

ここで、この種のノッキング検出装置においては、ノックセンサ信号にノッキングの特徴が現れると予想される所定のノック判定区間（ノックセンサ信号の処理区間であり、内燃機関のクランク軸がある角度から所定の角度分だけ回転する区間）での各サンプリングタイミング毎の全てのフィルタ処理結果データを保存して、その全フィルタ処理結果データからノッキングの有無を判定するように構成することが考えられる。

【0005】

しかし、このように構成すると、内燃機関の低回転時においてはノック判定区間の時間が長くなるため、ノッキング判定（ノッキングの有無の判定）のために保存すべきデータ数が膨大になってしまい、延いては、メモリ容量や処理負荷の増大を招いてしまう。

【0006】

このため、第1案として、ノック判定区間における各サンプリングタイミング毎のフィルタ処理結果データを一定個数K毎に積算（詳しくは、絶対値をとって積算）し、その各積算値からノッキングの有無を判定するように構成することで、保存すべきデータ数を低減させることが考えられる。このようにすれば、積算済みのフィルタ処理結果データは捨てていくことができ、積算値のみを保存していけば良いため、ノッキング判定のために保存すべきデータ数を $1/K$ に低減することができるからである。尚、図13に示すように、ノッキングの有無は各積算値同士の増減状態等からを判定することができる。

【0007】

ところが、このように構成しても、内燃機関の低回転時には、ノック判定区間の時間が長くなるため、やはり保存すべきデータ数（この場合は積算値の数）が多くなってしまう。また、上記一定個数Kを大きく設定して、ノック判定区間内で算出される積算値の数を減らすようにすると、今度は、内燃機関の高回転時において積算値の数が非常に少なくなってしまい、正確なノッキング判定を行うことができなくなってしまう。つまり、積算値の数が少なすぎると、ノッキングの特徴を捉えることができなくなるからである（図13参照）。

【0008】

そこで、第2案として、A/D変換しデジタルフィルタ処理したデータを、一定個数毎に積算することに代えて、クランク軸が一定の所定角度Rだけ回転する期間分毎（例えば 5° CAの期間分毎）に積算するように構成することが考えられる。つまり、クランク軸が上記所定角度Rだけ回転する毎にタイミング信号が発生するようにしておき、そのタイミング信号が発生してから次に発生するまでの各期間毎に、その期間内のフィルタ処理結果データを積算し、その各積算値からノッキングの有無を判定するのである。そして、このように構成すれば、積算値の数を、回転数によらず、常に必要十分な一定値（＝ノック判定区間のクランク角度範囲/R）に抑えることができる。尚、「CA」とは、クランク軸の回転角度（クランク角度）を意味している。

【0009】

しかしながら、このようにフィルタ処理結果データを所定角度分毎に積算するようにした場合には、また別の問題が生じてしまう。

まず、この場合、各サンプリングタイミング毎のフィルタ処理結果データは所定角度毎に区切られることとなるが、その区切り方（即ち、積算の開始タイミング）によって、図14（A）に示すように、所定角度毎の期間（この例では 5° CA毎の期間）で積算されるフィルタ処理結果データの個数がばらついてしまう。尚、図14における黒丸（●）は、ノックセンサ信号のサンプリングタイミング（A/D変換タイミング）であると共に、新たなフィルタ処理結果データが算出されるタイミングを示している。

【0010】

つまり、例えば 5° CA = $85 \mu\text{s}$ とし、ノックセンサ信号のサンプリング周期 = $20 \mu\text{s}$ (50 kHz) とした場合、積算を開始するタイミングによっては、 5° CAの期間に、4個のデータを積算することもあれば、5個のデータを積算することもある。よって、1つの積算値に含まれるフィルタ処理結果データの個数にばらつきが生じる。

【0011】

また、図14（B）、（C）の各々に示すように、内燃機関の急減速や急加速によっても、各積算値に含まれるフィルタ処理結果データの個数にばらつきが発生する。尚、図14（B）、（C）における「NE」は、 5° CA毎にレベル反転するタイミング信号を示している。

【0012】

そして、このように各積算値に含まれるフィルタ処理結果データの個数にばらつきが生じると、各積算値がノックセンサ信号の波形以外の要因で増減することとなるため、ノッキングを正確に検出することができなくなってしまう。ノッキングの特徴を正確に捉えることができなくなるからである。

【0013】

本発明は、こうした問題に鑑みなされたものであり、ノッキング判定のために保存すべきデータ数を低減しつつ、正確なノッキング判定が可能なノッキング検出装置を提供することを目的としている。

【0014】

【課題を解決するための手段及び発明の効果】

上記目的を達成するためになされた請求項1に記載のノッキング検出装置では、信号処理手段が、ノックセンサ信号（ノックセンサからのアナログ信号）を、一定のサンプリング間隔毎にA/D変換してデジタル的にフィルタ処理する。

【0015】

また、算出手段が、内燃機関の回転速度に基づいて、該内燃機関のクランク軸が所定角度回転するのに要する時間あたりのA/D変換回数を表す数値（即ち、クランク軸が所定角度回転するのに要する時間を前記サンプリング間隔で割った数値）を求め、その数値を整数化した値Nを算出する。

【0016】

そして、積算手段が、クランク軸の回転に同期して設定される動作開始タイミングから所定期間の間、信号処理手段によるフィルタ処理結果データを、算出手段にて算出された前記N個分ずつ積算し、ノック判定手段が、その積算手段により算出された複数の積算値を用いてノッキングの有無を判定する。そして更に、上記算出手段は、積算手段が動作を開始する前毎に前記Nを算出すると共に、積算手段が動作している期間中は前記Nを更新しないように構成されている。

【0017】

このような請求項1のノッキング検出装置によれば、前述した第1案の欠点と第2案の欠点とを両方共に解決することができる。

つまり、まず、このノッキング検出装置において、積算手段による各積算値は、クランク軸が上記所定角度だけ回転すると予想される時間分のN個のフィルタ処理結果データを積算したものとなり、そのNの値（即ち、各積算値に含まれるフィルタ処理結果データの個数）は、積算の開始タイミングや内燃機関の急加速及び急減速に拘わらず、積算手段が動作している期間中は一定である。このため、前述した第2案の欠点が解消され、積算の開始タイミングや内燃機関の急加速及び急減速に拘わらず、常に一定個数Nのフィルタ処理結果データを積算した各積算値に基づいてノッキング判定を行うことができる。

【0018】

また、このノッキング検出装置において、積算手段が動作する期間（即ち、上記所定期間）としては、例えば、（１）：動作開始タイミングから積算値が M 個（ M は２以上の自然数）になるまでの期間や、（２）：動作開始タイミングからクランク軸の回転位置が所定の角度位置になったことが検出されるまでの期間、とすることができるが、その（１）、（２）の何れにおいても、 N の値は固定値でなく、内燃機関の回転速度に応じて設定されるため、ノッキング判定のために保存すべきデータ数（積算値の数）が低回転時に多くなってしまったり、高回転時に積算値の数が少なくなってノッキング判定を正確に行うことができなくなってしまうことを回避することができる。

【0019】

このように請求項１のノッキング検出装置によれば、ノッキング判定のために保存すべきデータ数を低減しつつ、正確なノッキング判定が可能になる。

尚、ノック判定手段が、積算手段により算出された P 個（ P は２以上の自然数）の積算値を用いてノッキングの有無を判定するものとする、積算手段の動作開始タイミングからクランク軸が「上記所定角度 $\times P$ 」の角度だけ回転すると予想される期間がノック判定区間となり、その期間のノックセンサ信号からノッキングの有無が判定されることとなる。

【0020】

ところで、算出手段は、請求項２に記載の如く、クランク軸が一定角度回転する毎に発生する基準信号の発生間隔を内燃機関の回転速度として測定し、その測定した基準信号の発生間隔に、上記一定角度と上記所定角度と上記サンプリング間隔とから決められた定数を乗じることで、上記数値を求めるように構成することができる。尚、上記一定角度を Q とし、上記所定角度を R とし、上記サンプリング間隔を t_s とすると、上記定数は「 $R/Q/t_s$ 」となる。

【0021】

そして、このように構成すれば、 N の値を算出するための処理負荷を軽減することができる。内燃機関の回転速度としては、例えば「rpm」単位の回転数を計算して、それを用いても良いが、請求項２の如く構成すれば、そのような回転数を計算する手間を省くことができるからである。

【0022】

また、算出手段は、請求項3に記載の如く、内燃機関の回転速度が所定値以下の場合、或いは、所定値以上の場合に、前記Nの値を予め定められた固定値にするように構成すれば、より効果的である。

つまり、内燃機関の回転速度が所定値以下の場合に、Nの値を固定値にするように構成すれば、内燃機関の低回転時にNの値が大きくなり過ぎて積算値がオーバーフローしてしまうことを回避することができる。

【0023】

また、内燃機関の回転速度が所定値以上の場合に、Nの値を固定値にするように構成すれば、内燃機関の高回転時においても積算値の精度を確保することができるようになる。即ち、回転速度の上昇に伴いNの値が極端に小さくなると、各積算値が大きくばらつき易くなり、ノッキングの検出精度が低下する可能性があるが、高回転時にNの値を固定値にガードすることにより、そのような検出精度の悪化を防止することができる。

【0024】

次に、請求項4に記載のノッキング検出装置では、請求項1～3のノッキング検出装置において、積算手段は、動作を開始すると、積算値がa個（aは2以上の自然数）になるまで、前記フィルタ処理結果データを前記N個分ずつ積算すると共に、ノック判定手段は、積算手段により算出された前記a個の積算値を用いてノッキングの有無を判定するようになっている。更に、算出手段は、前記数値を四捨五入により整数化して前記Nを算出するようになっている。

【0025】

そして特に、この請求項4のノッキング検出装置では、算出手段が前記数値の小数点以下を切り捨てて前記Nを算出した場合には、前記aの値が増加されるようになっている。

このような請求項4のノッキング検出装置によれば、積算手段の動作開始タイミングからクランク軸が「上記所定角度 $R \times a$ 」の角度だけ回転すると予想される期間が設定上のノック判定区間となるが、算出手段にてNの値が切り捨てによって算出された場合（即ち、クランク軸が所定角度回転するのに要する時間をサ

ンプリング間隔で割った数値の小数点以下が0.5未満であった場合)には、積算値の数 a が増やされるため、そのような場合でも、ノッキング判定に必要なクランク角度範囲相当分の積算値(換言すれば、設定上のノック判定区間相当分の積算値)を得ることができ、正確なノッキング判定を行うことができるようになる。

【0026】

つまり、 N の値が切り捨てによって算出された場合に、もし、前記 a の値を増加させないとすると、積算手段の動作開始タイミングから該積算手段が a 個の積算値の算出を完了するまでの期間(即ち、実際のノック判定区間)が、「上記所定角度 $R \times a$ 」のクランク角度範囲分の実際の期間(即ち、設定上のノック判定区間)よりも短くなってしまいが、請求項4の如く a の値を増加させることで、実際のノック判定区間が設定上のノック判定区間よりも短くなってしまいうのを防止することができる。

【0027】

次に、請求項5に記載のノッキング検出装置では、請求項1～3のノッキング検出装置において、積算手段の動作開始タイミングは、クランク軸の回転位置が特定の基準位置となったときに、その時点から内燃機関の回転速度に基づきクランク軸がある角度だけ回転すると予想される時刻として設定される。

【0028】

また、積算手段は、動作開始タイミングが到来して動作を開始すると、積算値が2以上の所定個数になるまで、前記フィルタ処理結果データを前記 N 個分ずつ積算するようになっている。

そして更に、ノック判定手段は、クランク軸の回転位置が前記基準位置となるまでの内燃機関の回転速度 V_b と、クランク軸の回転位置が前記基準位置となつてから積算手段が前記所定個数の積算値の算出を完了するまでの間の内燃機関の回転速度 V_a とから、内燃機関の加減速状態を判定し、積算手段により算出された前記所定個数の積算値のうちで、ノッキング判定に実際に用いられる連続した順番の複数の積算値を、前記加減速状態の判定結果に応じて選択する使用積算値選択手段を備えており、その使用積算値選択手段によって選択された積算値を用

いてノッキングの有無を判定するようになっている。

【0029】

具体例を挙げると、まず、設定上のロック判定区間が、クランク軸が上記特定の基準位置から所定の角度 R_1 だけ回転したタイミングを開始点として、そこからクランク軸が更に所定の角度 R_h だけ回転するまでの期間であるとする。

この場合、例えば、積算手段の動作開始タイミングを、クランク軸の回転位置が上記特定の基準位置となった時点からクランク軸が上記角度 R_1 よりも小さい角度 R_2 だけ回転すると予想される時刻に設定すると共に、上記所定個数を「上記角度 R_h / 上記所定角度 R 」よりも大きい整数に設定しておく。

【0030】

そして、「上記角度 R_h / 上記所定角度 R 」の整数値を L とすると、①：内燃機関の加減速（加速又は減速）が所定パーセント以内であった場合には、積算手段により算出された所定個数の積算値のうち、1番目ではない所定番目の積算値から L 個の積算値を用いてノッキングの有無を判定し、②：内燃機関が所定パーセントよりも大きく減速していた場合には、積算手段により算出された所定個数の積算値のうち、1番目ではない所定番目の積算値から L 個よりも多い個数の積算値を用いてノッキングの有無を判定し、③：内燃機関が所定パーセントよりも大きく加速していた場合には、積算手段により算出された所定個数の積算値のうち、1番目の積算値から L 個よりも少ない個数の積算値を用いてノッキングの有無を判定する、といった具合に構成することができる。

【0031】

このような請求項5のノッキング検出装置によれば、内燃機関が加速又は減速しても（つまり、上記 V_a が上記 V_b から変化しても）、設定上のロック判定区間相当分の積算値を用いた適切なノッキング判定を行うことが可能になり、内燃機関の加減速による影響を一層排除することができる。

【0032】

次に、請求項6に記載のノッキング検出装置では、請求項5のノッキング検出装置において、使用積算値選択手段は、常に一定個数の積算値を、ノッキング判定に実際に用いられる積算値として選択するようになっている。

そして、このような請求項6のノッキング検出装置によれば、加減速状態判定手段の判定結果に拘わらず（つまり、内燃機関の加減速状態に拘わらず）ノッキング判定用の処理を固定化することができる、という点で有利である。

【0033】

次に、請求項7に記載のノッキング検出装置では、請求項1～3のノッキング検出装置において、積算手段の動作開始タイミングは、クランク軸の回転位置が特定の基準位置となったときに、その時点から内燃機関の回転速度に基づきクランク軸がある角度だけ回転すると予想される時刻として設定される。

【0034】

また、積算手段は、動作開始タイミングが到来して動作を開始すると、積算値が2以上の所定個数になるまで、前記フィルタ処理結果データを前記N個分ずつ積算するようになっている。

そして更に、ノック判定手段は、クランク軸の回転位置が前記基準位置となるまでの内燃機関の回転速度 V_b と、クランク軸の回転位置が前記基準位置となつてから積算手段が前記所定個数の積算値の算出を完了するまでの間の内燃機関の回転速度 V_a とから、内燃機関の加減速状態を判定し、①：内燃機関の加減速（加速又は減速）が所定パーセント以内であった場合には、積算手段により算出された各積算値を、1番目のものから順に m 個（ m は2以上の自然数）毎に積算した b 個（ b は2以上の自然数）の積算値を用いてノッキングの有無を判定し、②：内燃機関が所定パーセントよりも大きく減速していた場合には、積算手段により算出された各積算値を、1番目のものから順に前記 m よりも多い一定の個数毎に積算した b 個の積算値を用いてノッキングの有無を判定し、③：内燃機関が所定パーセントよりも大きく加速していた場合には、積算手段により算出された各積算値を、1番目のものから順に前記 m よりも少ない一定の個数毎に積算した b 個の積算値を用いてノッキングの有無を判定する。

【0035】

そして、このような請求項7のノッキング検出装置によっても、請求項6のノッキング検出装置と同様の効果を得ることができる。つまり、内燃機関が加減速しても、設定上のノック判定区間相当分の積算値を用いた適切なノッキング判定

が可能になると共に、内燃機関の加減速状態に拘わらず、ノッキング判定に用いられる積算値の数を一定のb個にすることができ、ノッキング判定用の処理を固定化することができる。

【0036】

【発明の実施の形態】

以下、本発明が適用された実施形態について、図面を用いて説明する。

まず図1は、第1実施形態のエンジン制御装置10の構成を表すブロック図である。尚、このエンジン制御装置10は、6気筒のガソリン式エンジン（内燃機関）を制御するものである。

【0037】

図1に示すように、本実施形態のエンジン制御装置10は、6気筒のうちの3気筒（この例では、第1気筒#1，第3気筒#3，第5気筒#5）に関するノッキングを検出するためにエンジンに取り付けられたノックセンサSN1からのアナログ信号（以下、ノックセンサ信号1という）と、6気筒のうちの他の3気筒（この例では、第2気筒#2，第4気筒#4，第6気筒#6）に関するノッキングを検出するためにエンジンに取り付けられたノックセンサSN2からのアナログ信号（以下、ノックセンサ信号2という）とが入力され、そのノックセンサ信号1，2のうちの何れか一方を選択して出力するマルチプレクサ（MPX）3と、マルチプレクサ3から出力されるノックセンサ信号を一定のサンプリング間隔 t_s （本実施形態では $10\mu s$ ）毎にA/D変換するA/D変換器4と、そのA/D変換器4によるA/D変換値（サンプリングデータ）を順次入力してデジタル的にフィルタ処理するデジタルフィルタ処理部5と、そのデジタルフィルタ処理部5によるフィルタ処理結果データを積算（詳しくは、絶対値をとって積算）する積算部6と、その積算部6による積算値からノッキングの有無を判定するノック判定部7と、そのノック判定部7による判定結果とエンジンの回転速度や冷却水温等の他の運転状態情報とに基づいて、エンジンの点火時期や燃料噴射料等を制御するエンジン制御用のCPU9とを備えている。

【0038】

そして、上記デジタルフィルタ処理部5、積算部6、及びノック判定部7は、

CPU、ROM、及びRAM等からなるマイコン8によって構成されている。

また、本エンジン制御装置10には、エンジンのクランク軸の回転速度及び回転位置を検出するための周知の回転数信号（所定クランク角度毎のパルス信号）と気筒判別信号（エンジン2回転毎のパルス信号）とが入力されている。そして、信号生成回路11が、上記回転数信号と気筒判別信号とから、各気筒の圧縮行程上死点（以下、TDCと記す）のタイミングで立ち下がるTDC信号（図2の最上段参照）を生成して、そのTDC信号をマイコン8及びCPU9へ出力するようになっている。尚、本実施形態では、エンジンが6気筒であるため、TDC信号は、 120° CA毎（クランク軸が 120° 回転する毎）に立ち下がることとなる。

【0039】

次に、デジタルフィルタ処理部5、積算部6、及びノック判定部7としてのマイコン8が、ノッキング検出のために実行する処理について、図2～図6を用いて説明する。

尚、図2は、処理の概要を表すタイムチャートであり、図3は、図2における1点火分の処理内容を表すタイムチャートであって、例えば図2にて点線で囲まれた部分の詳細を表している。そして、図4～図6は、マイコン8が実行する処理の内容を表すフローチャートである。

【0040】

また、本実施形態では、例えばTDC信号の立ち下がりタイミング（即ち、各気筒のTDCタイミング）毎に、マルチプレクサ3がA/D変換器4へ出力するノックセンサ信号1、2を切り替えるようになっている。例えば、第1気筒#1のTDCタイミングで、A/D変換器4へ出力されるノックセンサ信号がノックセンサ信号2から第1気筒#1に対応するノックセンサ信号1に切り替えられ、第2気筒#2のTDCタイミングで、A/D変換器4へ出力されるノックセンサ信号がノックセンサ信号1から第2気筒#2に対応するノックセンサ信号2に切り替えられる。また、各気筒のゲート終了タイミング（即ち、ノッキング判定のためのフィルタ処理結果データの積算を終了するタイミング）にて、次の気筒に対応するノックセンサを予想し切り替えるようにしてもよい。このようにすれば

、ノックセンサを切り替えてから（即ち、マルチプレクサ 3 から A/D 変換器 4 へ入力されるノックセンサ信号を切り替えてから）、フィルタ処理結果データの積算が開始されるゲート開始タイミングまでの時間を十分に確保し易くなり有利である。つまり、A/D 変換器 4 へ入力されるノックセンサ信号を切り替えてから、その切り替え後のノックセンサ信号に関する安定したフィルタ処理結果データが得られるまでには遅れ時間があるが、TDC タイミングよりも前のゲート終了タイミングで次の気筒に対応するノックセンサ信号が A/D 変換器 4 へ入力されるように切り替えを行えば、その切り替え時から次の気筒のゲート開始タイミングまでの時間を、確実に上記遅れ時間以上にすることができる。

【0041】

但し、以下では説明を簡略化するために、2 つのノックセンサ信号 1, 2 を特に区別せずに、ノックセンサ信号と総称することにする。

また更に、本実施形態では、各気筒の TDC タイミングから 10° CA 後のタイミング（ATDC 10° CA のタイミング）から、 60° CA 分の期間（即ち、クランク軸が 60° 回転する分の期間であり、ATDC 70° CA までの期間）を、設定上のノック判定区間としている。尚、「ATDC」とは、TDC タイミング後のクランク角度を意味している。

【0042】

まず、図 4 は、TDC 信号が立ち下がる毎に起動される TDC 立ち下がり時処理を表すフローチャートである。

そして、マイコン 8 がこの TDC 立ち下がり時処理の実行を開始すると、まず S110 にて、その時のフリーランタイマの値を RAM の記憶部 t1 に記憶する。尚、フリーランタイマは、当該マイコン 8 の内部クロックによって常時カウントアップされているタイマである。

【0043】

次に、S120 にて、記憶部 t1 の値から RAM の記憶部 t2 の値を引き、更に、その引き算値（ $= t1 - t2$ ）にフリーランタイマの 1 カウントアップ時間（即ち、上記内部クロックの 1 周期時間） t_{ck} を乗ずることで、前回の TDC タイミングから今回の TDC タイミングまでの 120° CA 分の時間（TDC 間

隔時間) Tを算出する(図2参照)。尚、記憶部 t 2 には、後述する S 1 4 0 の処理により、前回の TDC タイミングでのフリーランタイムの値が記憶されている。

【0044】

そして、続く S 1 3 0 にて、上記 S 1 2 0 で算出した TDC 間隔時間 T から、下記の式 1 により、クランク軸が所定角度(本第 1 実施形態では 5°) 回転するのに要する時間を A/D 変換器 4 によるサンプリング間隔 t_s ($=10\mu s$) で割った数値 Z を求め、更に、その数値 Z を四捨五入により整数化した値 N を算出する。

【0045】

$$Z = T \times 0.004167$$

$$= T \times (5^{\circ} CA / 120^{\circ} CA / 10\mu s) \cdots \text{式 1}$$

つまり、数値 Z を整数化した N は、それまでのエンジンの回転速度(この例では、TDC 間隔時間 T)に基づいて $5^{\circ} CA$ 分の A/D 変換回数(サンプリング回数であり、サンプリングデータ数でもある)の整数値を求めたものである。尚、数値 Z を整数化する処理としては、四捨五入に限らず、例えば切り上げや切り捨てを用いても良い。

【0046】

次に、S 1 4 0 にて、記憶部 t 1 の値を記憶部 t 2 にコピーする。

そして、続く S 1 5 0 にて、上記 S 1 2 0 で求めた引き算値($=t_1 - t_2$)から、下記の式 2 により、 $10^{\circ} CA$ 分の時間に相当するフリーランタイムのカウント値 α を算出し、更に、そのカウント値 α を記憶部 t 1 の値に加えた値を、ゲート開始時刻として記憶する。

【0047】

$$\alpha = (t_1 - t_2) \times (10^{\circ} CA / 120^{\circ} CA) \cdots \text{式 2}$$

つまり、ゲート開始時刻は、それまでのエンジンの回転速度(この例では、TDC 間隔時間 T)に基づいて、今回の TDC タイミングからクランク軸が 10° 回転すると予想した時刻を表すものである。

【0048】

そして、上記 S 1 5 0 の処理が終わると、当該 T D C 立ち下がり時処理が終了される。

次に、図 5 は、フリーランタイムの値が図 4 の S 1 5 0 で記憶されたゲート開始時刻に一致した時に起動されるゲート開始時刻処理を表すフローチャートである。

【0049】

そして、マイコン 8 がこのゲート開始時刻処理の実行を開始すると、まず S 2 1 0 にて、フラグ f l g をオン (ON) し、続く S 2 2 0 にて、RAM 内に設けられた積算用メモリ S U M と積算値個数カウンタ C N T (以下単に、カウンタ C N T という) との各値を、0 にクリアする。そして更に、次の S 2 3 0 にて、図 4 の S 1 3 0 で算出された N の値を、RAM の記憶部 n にセットし、その後、当該ゲート開始時刻処理を終了する。

【0050】

尚、上記回転数信号等に基づき T D C タイミングからのクランク角度を検出することができるシステムの場合には、図 4 の S 1 5 0 でゲート開始時刻をセットする代わりに A T D C 1 0 ° C A という角度を設定し、図 5 の処理は、そのセットされた A T D C 1 0 ° C A タイミングで実行されるようにすることも可能である。

【0051】

次に、図 6 は、ノックセンサ信号の A / D 変換が終了する毎に起動される A / D 終了時処理を表すフローチャートである。

そして、マイコン 8 がこの A / D 終了時処理の実行を開始すると、まず S 3 1 0 にて、A / D 変換器 4 による今回の A / D 変換値を最新のデータとする時系列の A / D 変換値に対してデジタルフィルタ処理 (例えば F I R 型又は I I R 型のデジタルフィルタ処理) を行い、そのフィルタ処理結果データを、RAM の記憶部 f i l t に記憶する。

【0052】

次に、S 3 2 0 にて、フラグ f l g がオンであるか否かを判定する。そして、フラグ f l g がオンでなければ (S 3 2 0 : NO) 、そのまま当該 A / D 終了時

処理を終了するが、フラグ *flag* がオンであれば (S320: YES)、S330 に進んで、フィルタ処理結果データの積算を行う。

【0053】

即ち、S330 では、現在の積算用メモリ SUM の値に、記憶部 *filt* の値の絶対値 (今回算出したフィルタ処理結果データの絶対値) を加算し、その加算後の値を積算用メモリ SUM に記憶し直す。

そして、続く S340 にて、記憶部 *n* の値を 1 デクリメント (-1) し、続く S350 にて、記憶部 *n* の値が 0 よりも大きいかな否かを判定する。

【0054】

ここで、記憶部 *n* の値が 0 よりも大きいと判定した場合には (S350: YES)、そのまま当該 A/D 終了時処理を終了するが、記憶部 *n* の値が 0 よりも大きくないと判定した場合 (即ち、記憶部 *n* の値 = 0 の場合) には (S350: NO)、S360 に進んで、その時点の積算用メモリ SUM の値を、その時のカウンタ CNT の値が示す順番の積算値 INT (CNT) として記憶する。

【0055】

例えば、カウンタ CNT の値が 0 であれば、積算用メモリ SUM の値が 1 番目の積算値 INT (0) として記憶され、カウンタ CNT の値が 1 であれば、積算用メモリ SUM の値が 2 番目の積算値 INT (1) として記憶される。尚、この例では、カウンタ CNT の初期値が図 5 の S220 によって 0 となるため、1 番目の積算値は、INT (0) と表される。

【0056】

そして、次の S370 にて、積算用メモリ SUM の値を 0 にクリアすると共に、図 4 の S130 で算出された *N* の値を記憶部 *n* に再セットし、続く S380 にて、カウンタ CNT の値を 1 インクリメント ($+1$) する。

次に、S390 にて、カウンタ CNT の値が予め定められた設定値 (本第 1 実施形態では、12) よりも小さいかな否かを判定し、カウンタ CNT の値が 12 よりも小さければ、そのまま当該 A/D 終了時処理を終了する。

【0057】

これに対し、上記 S390 にて、カウンタ CNT の値が 12 よりも小さくない

と判定した場合（即ち、カウンタ CNT の値が 12 に達した場合）には、S400 に進んで、フラグ *flag* をオフ（OFF）する。

そして、続く S410 にて、フラグ *flag* がオンされていた期間中に上記 S360 で記憶された複数の積算値（この例では 1 番目から 12 番目までの 12 個の積算値 INT(0) ~ INT(11)）を用いてノッキングの有無を判定する。例えば、各積算値 INT(0) ~ INT(11) 同士の増減状態と各積算値 INT(0) ~ INT(11) のうちの最大値などから、ノッキングが生じたか否かを判定する。そして、その後、当該 A/D 終了時処理を終了する。

【0058】

つまり、本第 1 実施形態では、TDC タイミング毎に実行される図 4 の S110, S120, 及び S140 の処理により、図 2 のように、TDC 間隔時間（120° CA 毎に発生する TDC 信号の立ち下がり間隔）T をエンジンの回転速度として測定し、その TDC 間隔時間 T から、図 4 の S130 の処理により、5° CA 分の時間をサンプリング間隔（A/D 変換間隔）*t_s* で割った数値 Z を求めると共に、その数値 Z を四捨五入により整数化した値 N を算出している。

【0059】

例えば、図 2 に例示しているように、第 1 気筒 #1 の TDC タイミングから第 2 気筒 #2 の TDC タイミングまでの TDC 間隔時間 T が 4000 μ s であったならば、第 2 気筒 #2 の TDC タイミングで算出される N の値が 17 となり。第 2 気筒 #2 の TDC タイミングから第 3 気筒 #3 の TDC タイミングまでの TDC 間隔時間 T が 3900 μ s であったならば、第 3 気筒 #3 の TDC タイミングで算出される N の値が 16 となる。尚、図 2 の最下段に記載されている「ソフト処理」のタイミングは、図 4 の TDC 立ち下がり時処理が実行されるタイミングを表している。

【0060】

そして、各気筒の TDC タイミングから、図 4 の S150 で算出されたカウント値 α が示す 10° CA 相当の時間が経過すると、図 5 のゲート開始時刻処理が実行されて、図 3 の最上段に示す如くフラグ *flag* がオンされ（S210）、更に、積算用メモリ SUM とカウンタ CNT との各値が 0 にクリアされると共に（

S 2 2 0)、RAMの記憶部 n に、直前の TDC タイミングにおける図 4 の S 1 3 0 で算出された N の値が初期値としてセットされる (S 2 3 0)。

【0061】

すると、その時点 (フラグ f l g がオンされた時点) からは、A/D 変換器 4 によるノックセンサ信号の A/D 変換が終了して、図 6 の S 3 1 0 により A/D 変換値に対するデジタルフィルタ処理が行われる毎に、図 6 の S 3 2 0 で肯定判定され、図 6 の S 3 3 0 ~ S 3 9 0 の処理により、上記 S 3 1 0 のフィルタ処理によるフィルタ処理結果データが上記 S 1 3 0 で算出された N 個分ずつ積算される。

【0062】

即ち、図 6 の A/D 終了時処理では、S 3 3 0 でフィルタ処理結果データの積算を行っているが、図 3 に示す如く、その積算処理の実行回数を、S 3 4 0 及び S 3 5 0 の処理により、記憶部 n の値を N から 1 ずつ 0 まで減算することで計数している。そして、S 3 3 0 の積算処理を N 回実行する毎 (つまり、記憶部 n の値が 0 になる毎) に、S 3 6 0 ~ S 3 9 0 の処理を行って、フィルタ処理結果データ N 個分の積算値である積算用メモリ SUM の値を積算値 INT (CNT) として記憶すると共に (S 3 6 0)、カウンタ CNT の値を 1 ずつカウントアップすることで (S 3 8 0)、既に求めた積算値の個数を計数している。

【0063】

そして、積算値の個数が 12 個になると (S 3 9 0: NO)、図 3 の最上段に示す如くフラグ f l g がオフされると共に (S 4 0 0)、図 6 の S 4 1 0 の処理により、今回のフラグ f l g のオン期間中に算出した 12 個の積算値 INT (0) ~ INT (11) を用いてノッキングの有無が判定されることとなる。

【0064】

その後、次の気筒の TDC タイミングが到来すると、再び、図 4 の TDC 立ち下がり時処理が実行されて N の値が更新され、その N の値に基づき図 6 の処理が実施されることとなる。

尚、図 6 の A/D 終了時処理において、積算を実施しない場合 (フラグ f l g = オフの場合) でもデジタルフィルタ処理 (S 3 1 0) を行っているのは、デジ

タルフィルタ処理としてFIR型やIIR型を想定しており、この種のデジタルフィルタ処理には、最新のA/D変換値だけでなく過去のA/D変換値も必要とするからである。

【0065】

また、図6のS390にてカウンタCNTの値と比較される設定値を、12にしている（即ち、積算値INTを12個求めるようにしている）のは、本実施形態では、前述したように、ATDC10°CA～70°CAの60°CA分の期間を、設定上のノック判定区間としているからである。つまり、Nの値は、5°CA分のサンプリング回数（＝フィルタ処理結果データ数）であり、サンプリングタイミング毎に算出されるフィルタ処理結果データをN個分積算して1つの積算値を得る時間は、5°CA相当の時間となる。よって、60°CA分の期間のノックセンサ信号からノッキング判定を行うようにするには、60°CA/5°CA＝12個の積算値を求めてノッキング判定を行えば良いのである。

【0066】

一方、本第1実施形態では、A/D変換器4と図6におけるS310の処理とが、信号処理手段に相当し、図4におけるS110～S140の処理が、算出手段に相当している。そして、図6におけるS330～S390の処理が、積算手段に相当し、図6におけるS410の処理が、ノック判定手段に相当している。また、フラグflagのオンされるタイミングが、積算手段の動作開始タイミングに相当している。

【0067】

以上のような本第1実施形態のエンジン制御装置10によれば、[発明が解決しようとする課題]の欄で述べた第1案の欠点と第2案の欠点とを両方共に解決することができ、その結果、ノッキング判定のために保存すべきデータ数を低減しつつ、正確なノッキング判定を行うことが可能となる。

【0068】

即ち、まず、ノッキング判定に用いられる各積算値INT（CNT）は、クランク軸が5°（請求項1の所定角度に相当）だけ回転すると予想される時間分のN個のフィルタ処理結果データを積算したものとなり、その各積算値に含まれる

フィルタ処理結果データの個数 N は、積算の開始タイミングやエンジンの急加速及び急減速に拘わらず、フィルタ処理結果データの積算を実施している期間中は一定である。このため、積算の開始タイミングや内燃機関の急加速及び急減速に拘わらず、常に一定個数 N のフィルタ処理結果データを積算した各積算値に基づいてノッキング判定を行うことができる。そして更に、 N の値は固定値でなく、前述した式1によりエンジンの回転速度に応じて設定されるため、ノッキング判定のために保存すべきデータ数（積算値の数）が低回転時に多くなってしまったり、高回転時に積算値の数が少なくなってノッキング判定を正確に行うことができなくなってしまうことを回避することができる。

【0069】

また、本第1実施形態では、クランク軸が 120° （請求項2の一定角度に相当）回転する毎に発生するTDC信号の立ち下がり（請求項2の基準信号に相当）の発生間隔であるTDC間隔時間 T をエンジンの回転速度として測定し、その測定した T に定数（ $=0.004167$ ）を乗じることで、 5° CA分の時間をサンプリング間隔で割った数値 Z を求めるようにしているため、エンジンの回転速度として例えば「rpm」単位の回転数を計算しなくても良く、 N の値を算出するための処理負荷を軽減することができる。尚、TDC間隔時間 T の代わりに、例えば、クランク軸が 30° 回転する毎に発生するパルス信号の発生間隔を測定して上記 Z 及び N を求めてもよい。

【0070】

ところで、算出手段としての図4のS130では、S120で算出したTDC間隔時間 T （エンジンの回転速度に相当）が第1の所定値 T_1 から第2の所定値 T_2 （ $T_2 < T_1$ ）までの範囲内であるか否かを判定して、（A）：「 $T \geq T_1$ 」であれば（エンジンの回転速度が所定値以下の場合に相当）、 N の値を第1の固定値 N_1 に制限し、（B）：「 $T \leq T_2$ 」であれば（エンジンの回転速度が所定値以上の場合に相当）、 N の値を第2の固定値 N_2 （ $N_2 < N_1$ ）に設定する、という処理を行うようにしても良い。

【0071】

つまり、上記（A）のようにすれば、エンジンの低回転時に N の値が大きくな

り過ぎて、積算値（積算用メモリ SUM や INT の値）がオーバーフローしてしまうことを回避することができる。尚、上記（A）で N の値を第 1 の固定値 N1 に制限した場合に、求める積算値 INT の個数を増やして、実質的なノック判定区間が短くならないようにしても良い。また、上記（B）のようにすれば、エンジンの高回転時においても積算値の精度を確保することができるようになる。即ち、回転速度の上昇に伴い N の値が極端に小さくなると、各積算値が大きくなり、ノッキングの検出精度が低下する可能性があるが、高回転時に N の値を固定値 N2 にガードすることにより、そのような検出精度の悪化を防止することができる。

【0072】

例えば、図 7 は、エンジンが 6 気筒で $10 \mu s$ 毎に A/D 変換する場合のエンジン回転数（横軸）と、N の値（縦軸）との関係を表すグラフであるが、その図 7 に示されるように、 1000 rpm の時には、TDC 間隔時間 $T = 20 \text{ ms}$ で $N = 83$ となり、 327 rpm の時には、TDC 間隔時間 $T = 61.2 \text{ ms}$ で $N = 255$ となり、 8333 rpm の時には、TDC 間隔時間 $T = 2.4 \text{ ms}$ で $N = 10$ となる。よって、 327 rpm 以下では N の値を 255 に固定し、 8333 rpm 以上では N の値を 10 に固定する、といった処理を行えば良い。

【0073】

尚、このように N の値を固定する処理は、後述する変形例及び他の実施形態についても同様に適用することができる。

一方、上記第 1 実施形態では、図 4 の S130 にて、数値 Z を四捨五入により整数化して N を算出するようにしているが、その S130 で数値 Z の小数点以下を切り捨てた値を N とした場合（即ち、数値 Z の小数点以下が 0.5 未満であった場合）には、ノッキング判定のために算出する積算値 INT の個数を増加するようにしても良い。具体的には、図 6 の S390 でカウンタ CNT の値と比較される設定値を 12 から、それよりも大きい値（例えば 13）に変更するように構成すれば良い。

【0074】

つまり、N の値が切り捨てによって算出された場合に、もし、積算値の個数を

増加させないとすると、フラグ $f1g$ のオンタイミングから 12 個の積算値の算出が完了するまでの期間（即ち、実際のノック判定区間）が、 $60^\circ CA$ 分の実際の期間（即ち、設定上のノック判定区間）よりも短くなってしまいが、積算値の数を 12 個から例えば 13 個に増加させることで、実際のノック判定区間が設定上のノック判定区間よりも短くなってしまいうのを防止することができる。換言すれば、ノッキング判定に必要な $60^\circ CA$ 相当分の積算値を確実に得ることができ、ノッキング判定の正確性を向上させることができる。

【0075】

次に、第 2 実施形態について説明する。

本第 2 実施形態のエンジン制御装置は、第 1 実施形態のエンジン制御装置 10 と比較して、下記の (1-1) 及び (1-2) の点が異なっている。

(1-1) まず、図 6 の A/D 終了時処理において、S390 では、カウンタ CNT の値が、 $60^\circ CA$ 分相当の 12 よりも大きい設定値（ここでは 17 であるものとする）よりも小さいか否かを判定するようになっている。よって、本第 2 実施形態では、積算値 INT が、INT (0) ~ INT (16) までの 17 個算出されることとなる。尚、本第 2 実施形態では、その 17 個が、請求項 5 に記載の「所定個数」に相当している。

【0076】

また、S410 の処理が削除されている。つまり、A/D 終了時処理ではノッキング判定を行わない。

(1-2) 図 4 の TDC 立ち下がり時処理に代えて、図 8 の TDC 立ち下がり時処理を実行するようになっている。

【0077】

そして、図 8 の TDC 立ち下がり時処理は、図 4 の処理と比較して、S150 の処理内容が若干変更されている点と、その S150 の後に S160 及び S170 の処理が追加されている点とが異なっている。尚、その他は図 4 の処理と同じである。

【0078】

まず、S150 では、S120 で求めた引き算値 ($= t1 - t2$) から、カウ

ント値 α として、 10° CA 分の時間ではなく、それよりも前の時間（ここでは 5° CA 分の時間）に相当するフリーランタイムの値を算出し、そのカウント値 α を記憶部 t 1 の値に加えた値を、ゲート開始時刻として記憶する。つまり、本第 2 実施形態のゲート開始時刻は、TDC タイミングから 5° CA 後の予想時刻を表すものである。尚、本第 2 実施形態では、その 5° が、請求項 5 に記載の「ある角度」に相当し、TDC タイミング（TDC 信号の立ち下がりタイミング）が、請求項 5 に記載の「クランク軸の回転位置が特定の基準位置となったとき」に相当している。

【0079】

よって、本第 2 実施形態においては、エンジンの回転速度が一定で、前回の TDC タイミングから今回の TDC タイミングまでの TDC 間隔時間 T と、今回の TDC タイミングから次回の TDC タイミングまでの TDC 間隔時間 T とに差がなければ、図 9 に示すように、今回の TDC タイミングから次回の TDC タイミングまでの間においては、設定上のノック判定区間（ATDC 10° CA $\sim 70^\circ$ CA）よりも前後に広い ATDC 5° CA $\sim 90^\circ$ CA の 85° CA 分の期間において、17 個の積算値が算出されることとなる。換言すれば、本第 2 実施形態では、フィルタ処理結果データの N 個分ずつの積算（以下、本第 2 実施形態において、 5° CA 相当の積算という）が、TDC タイミングまでのエンジン回転速度から予想される ATDC 5° CA $\sim 90^\circ$ CA の期間に渡って行われるようにしている。尚、図 9 において、1 番目から 17 番目までの各積算値は、図 3 における表現に対して 1 つずつ前に描いている。そして、このことは、後述する図 10 \sim 図 12 についても同様である。

【0080】

次に、S160 では、まず、前回の S120 で求めた TDC 間隔時間 T（前述した回転速度 V_b に相当し、以下、 T_b と記す）と、今回の S120 で求めた TDC 間隔時間 T（前述した回転速度 V_a に相当し、以下、 T_a と記す）とから、前回の TDC タイミングから今回の TDC タイミングまでのエンジン回転速度（上記 V_a に相当）が、前々回の TDC タイミングから前回の TDC タイミングまでのエンジン回転速度（上記 V_b に相当）に対して、どれだけ増加したかを表す

変化割合値 $W (= (T_b / T_a) - 1)$ を算出する。

【0081】

そして更に、この S160 では、前回の TDC タイミングから今回の TDC タイミングまでの間に算出された 17 個の積算値のうちから、ノッキング判定に実際に用いる連続した順番の積算値を、上記変化割合値 W に応じて選択する。

例えば、[1-2-1]：変化割合値 W が $-G$ (G は正の数で例えば 0.1) 以上で且つ $+G$ 以下であった場合、即ち、エンジンの加減速が「 $100 \times G$ 」パーセント以内であり、回転速度がほぼ一定であった場合には、図 9 に示すように、2 番目から 13 番目までの 12 個の積算値を選択する。そして、この場合には、設定上のノック判定区間 (ATDC 10° CA \sim 70° CA) 相当分の積算値が選択されることとなる。

【0082】

[1-2-2]：変化割合値 W が $-G$ よりも小さかった場合、即ち、エンジンが「 $100 \times G$ 」パーセントよりも大きく減速していた場合には、図 10 の中段に示すように、2 番目から 16 番目までの 15 個 (> 12 個) の積算値を選択する。そして、この場合には、減速後の ATDC 10° CA \sim 70° CA 相当分の積算値が選択されることとなる。

【0083】

[1-2-3]：変化割合値 W が $+G$ よりも大きかった場合、即ち、エンジンが「 $100 \times G$ 」パーセントよりも大きく加速していた場合には、図 10 の下段に示すように、1 番目から 11 番目までの 11 個 (< 12 個) の積算値を選択する。そして、この場合には、加速後の ATDC 10° CA \sim 70° CA 相当分の積算値が選択されることとなる。

【0084】

そして、次の S170 では、上記 S160 で選択した複数個の積算値を用いてノッキングの有無を判定する。

尚、上記例の場合、積算値は必ずしも 17 個算出する必要はなく、少なくとも 1 番目から 16 番目までの 16 個の積算値を算出すれば良い。また、上記例の場合、エンジンの回転速度が一定の定常時には 12 個の積算値が、減速時には 15

個の積算値が、加速時には11個の積算値が、それぞれノッキング判定に用いられることとなるが、ノッキング波形の大まかな形状を認識する上では影響がない。一方、エンジンの1点火当たりの回転速度の変化量は、最大でも15～20パーセント程度である。また、本第2実施形態では、上記S160及びS170の処理が、ノック判定手段に相当し、そのうちのS160の処理が、使用積算値選択手段に相当している。

【0085】

以上のような第2実施形態のエンジン制御装置によれば、ノッキング判定に実際に用いられる複数の積算値をエンジンの加減速状態に応じて選択するようにしているため、図10に示すように、エンジンが加速又は減速しても、設定上のノック判定区間(ATDC10°CA～70°CA)相当分の積算値を用いた適切なノッキング判定を行うことが可能になり、エンジンの加減速による影響を一層排除することができる。

【0086】

一方、ノックセンサ信号の波形形状を認識してノッキングを判定するような場合、後の方の積算値(例えば10個目以降の積算値)はノッキングの判定に大きく影響しないため、上記第2実施形態は、例えば以下のように変形しても良い。

即ち、図8のS160では、エンジンが加速していた上記[1-2-3]の場合にだけ、1番目から11番目までの11個の積算値をノッキング判定用の積算値として選択し、その他の場合には、2番目から12番目までの11個の積算値をノッキング判定用の積算値として選択するようにしても良い。

【0087】

そして、このように常に一定個数の積算値を選択するように構成すれば、エンジンの加減速状態に拘わらず、S170でのノッキング判定用の処理を固定化することができ有利である。尚、この例の場合、積算値は17個算出する必要はなく、少なくとも1番目から12番目までの12個の積算値を算出すれば良い。

【0088】

また、次のような構成も考えられる。

例えば、ノック判定区間としてATDC10°CA～70°CAの60°CA

間のノックセンサ信号の積算処理を実施したい場合、上記第2実施形態と同様に、 5° CA相当の積算をATDC 5° CAと予想されるタイミングから積算値が17個になるまで行うように設定しておく。そして、本来のゲート終了タイミング（ノック判定区間の終了タイミング）であるATDC 70° CAのタイミングを検出すると共に、そのタイミングを検出したら、積算値が17個に達していなくても、 5° CA相当の積算を止めるように構成してもよい。

【0089】

その場合、エンジンが加速していた場合には1番目から最終番目の積算値をノッキング判定に用い、その他の場合には2番目から最終番目までの積算値をノッキング判定に用いるように構成しても良い。尚、加減速の判定方法としては、実際のATDC 70° CAのタイミングと、当初予定していたATDC 70° CAのタイミング（即ち、TDC間隔時間T等から予想されるATDC 70° CAのタイミング）との大小を比較することで知ることが可能である。

【0090】

この構成の場合、定常回転数でも加減速した場合でも本来のATDC 70° CAタイミングまで積算結果を取り込むことができ、かつ、ATDC 70° CAタイミングにてノッキング判定も実施することが可能となる。尚、上記ATDC 70° CAのタイミングで積算を止める方法としては、ATDC 70° CAのタイミングで実施している積算を最後までやり遂げてから止める方法と、ATDC 70° CAのタイミングで即座に積算を止めてしまって現在積算している1つ前までの積算値を使用する方法（即ち、積算が完全に済んだ最後の積算値まで使用する方法）との2つが考えられる。

【0091】

次に、第3実施形態について、図11及び図12を用いて説明する。

本第3実施形態のエンジン制御装置は、第2実施形態のエンジン制御装置と比較して、下記の(2-1)～(2-3)の点が異なっている。

(2-1) まず、図8のS130では、S120で算出したTDC間隔時間Tから、クランク軸が 5° よりも小さい所定角度（本第1実施形態では 1° ）回転するのに要する時間をサンプリング間隔 t_s （ $=10\mu s$ ）で割った数値Zを求

め、更に、その数値Zを例えば四捨五入により整数化した値Nを算出する。

【0092】

尚、数値Zは、式1と同様の下記式3によって算出することができる。

$$Z = T \times 0.000833$$

$$= T \times (1^\circ \text{CA} / 120^\circ \text{CA} / 10 \mu \text{s}) \cdots \text{式3}$$

つまり、本第3実施形態では、第2実施形態と比較すると、フィルタ処理結果データを積算していく個数Nを $1/m$ (m は2以上の自然数であり、この例では $m=5$) に設定しており、フィルタ処理結果データを 1°CA 相当分の個数ずつ積算するようにしている。尚、以下、本第3実施形態において、フィルタ処理結果データのN個分ずつの積算のことを、 1°CA 相当の積算という。

【0093】

(2-2) 図6のS390でカウンタCNTの値と比較される設定値が、第2実施形態の場合の値(=17)を上記 m (=5)倍した値(=85)に設定されている。

よって、本第3実施形態では、 1°CA 相当の積算値INTが、INT(0)～INT(84)までの85個算出されることとなる。また特に、エンジンの回転速度が一定で、前回のTDCタイミングから今回のTDCタイミングまでのTDC間隔時間Tと、今回のTDCタイミングから次回のTDCタイミングまでのTDC間隔時間Tとに差がなければ、図11に示すように、今回のTDCタイミングから次回のTDCタイミングまでの間においては、設定上のノック判定区間(ATDC $10^\circ \text{CA} \sim 70^\circ \text{CA}$)よりも前後に広いATDC $5^\circ \text{CA} \sim 90^\circ \text{CA}$ の 85°CA 分の期間において、 1°CA 相当の積算値INTが85個算出されることとなる。尚、本第3実施形態では、その85個が、請求項7に記載の「所定個数」に相当している。

【0094】

(2-3) 図8のS160では、第2実施形態の場合と同様に、エンジン回転速度の変化割合値 W ($= (T_b / T_a) - 1$)を算出するが、その後、積算値を選択する処理は行わずにそのままS170へ進む。

そして、S170では、上記S160で算出した変化割合値Wに基づき、下記

[2-3-1] ~ [2-3-3] の手順でノッキングの有無を判定する。

【0095】

[2-3-1] : 変化割合値 W が $-G$ (G は正の数で例えば0.1) 以上で且つ $+G$ 以下であった場合、即ち、エンジンの加減速が「 $100 \times G$ 」パーセント以内であり、回転速度がほぼ一定であった場合には、図11に示すように、今回のTDCタイミングまでに算出されている 1° CA相当の各積算値を、1番目のものから順に m 個 (この例では $m=5$ 個) 毎に積算して、 b 個 (本実施形態では、 $b=12$ 個) の積算値を求め、その12個の積算値 (つまり、12個の 5° CA相当の積算値) を用いてノッキングの有無を判定する。よって、この場合には、設定上のノック判定区間 (ATDC 10° CA ~ 70° CA) 相当分の積算値を用いてノッキング判定が行われることとなる。

【0096】

[2-3-2] : 変化割合値 W が $-G$ よりも小さかった場合、即ち、エンジンが「 $100 \times G$ 」パーセントよりも大きく減速していた場合には、図12の中段に示すように、今回のTDCタイミングまでに算出されている 1° CA相当の各積算値を、1番目のものから順に上記 m よりも多い一定の個数 (例えば6個) 毎に積算した12個の積算値を用いてノッキングの有無を判定する。よって、この場合には、減速後のATDC 10° CA ~ 70° CA相当分の積算値を用いてノッキング判定が行われることとなる。

【0097】

[2-3-3] : 変化割合値 W が $+G$ よりも大きかった場合、即ち、エンジンが「 $100 \times G$ 」パーセントよりも大きく加速していた場合には、図12の下段に示すように、今回のTDCタイミングまでに算出されている 1° CA相当の各積算値を、1番目のものから順に上記 m よりも少ない一定の個数 (例えば4個) 毎に積算した12個の積算値を用いてノッキングの有無を判定する。よって、この場合には、加速後のATDC 10° CA ~ 70° CA相当分の積算値を用いてノッキング判定が行われることとなる。

【0098】

以上のような第3実施形態のエンジン制御装置によっても、図12に示す如く

、エンジンが急に加速又は減速した場合でも、設定上のノック判定区間（ATDC 10° CA～70° CA）相当分の積算値を用いた適切なノッキング判定を行うことが可能になり、エンジンの加減速による影響を一層排除することができる。そして更に、エンジンの加減速状態に拘わらず、常に一定個数の積算値からノッキング判定を行うことができ、ノッキング判定用の処理を固定化することができる。

【0099】

尚、本第3実施形態においても、第2実施形態と同様に、ATDC 5° CAの予想時刻から積算を開始するようにしているが、その5° が、請求項7に記載の「ある角度」に相当し、TDCタイミングが、請求項7に記載の「クランク軸の回転位置が特定の基準位置となったとき」に相当している。また、上記（2-3）で説明したS160及びS170の処理が、請求項7に記載のノック判定手段に相当している。

【0100】

以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明は、種々の形態を採り得ることは言うまでもない。

例えば、デジタルフィルタ処理及び積算処理を複数系統設けてノッキング判定を行うようにしてもよい。つまり、ノックセンサ信号のA/D変換値に対して、複数種類のデジタルフィルタ処理をそれぞれ行うと共に、その各デジタルフィルタ処理の結果データをそれぞれ積算し、その複数系統の積算値から、ノッキングの有無を判定するようにしても良い。また、この場合、積算値の個数はフィルタ処理毎に変えても良いし同じでも良い。そして、同じ場合には、前述した処理のカウントCNTや記憶部nを、各処理系統で共通に使用することができる。

【0101】

一方、ノックセンサとしては、振動式センサでも良いし、イオン電流式センサや筒内圧センサでも良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】 第1実施形態のエンジン制御装置の構成を表すブロック図である。

【図2】 第1実施形態のエンジン制御装置のマイコンが実行する処理の概要

を表すタイムチャートである。

【図 3】 図 2 における 1 点火分の処理内容を表すタイムチャートである。

【図 4】 第 1 実施形態のマイコンが実行する TDC 立ち下がり時処理を表すフローチャートである。

【図 5】 第 1 実施形態のマイコンが実行するゲート開始時刻処理を表すフローチャートである。

【図 6】 第 1 実施形態のマイコンが実行する A/D 終了時処理を表すフローチャートである。

【図 7】 エンジンが 6 気筒で $10\mu\text{s}$ 毎に A/D 変換する場合の、エンジン回転数（横軸）と N の値（縦軸）との関係を表すグラフである。

【図 8】 第 2 実施形態のマイコンが実行する TDC 立ち下がり時処理を表すフローチャートである。

【図 9】 第 2 実施形態においてエンジン回転速度がほぼ一定であった場合の動作を表す図である。

【図 10】 第 2 実施形態においてエンジンが急に減速又は加速した場合の動作を表す図である。

【図 11】 第 3 実施形態においてエンジン回転速度がほぼ一定であった場合の動作を表す図である。

【図 12】 第 3 実施形態においてエンジンが急に減速又は加速した場合の動作を表す図である。

【図 13】 従来技術及び問題点を説明するための図の、その 1 である。

【図 14】 従来技術及び問題点を説明するための図の、その 2 である。

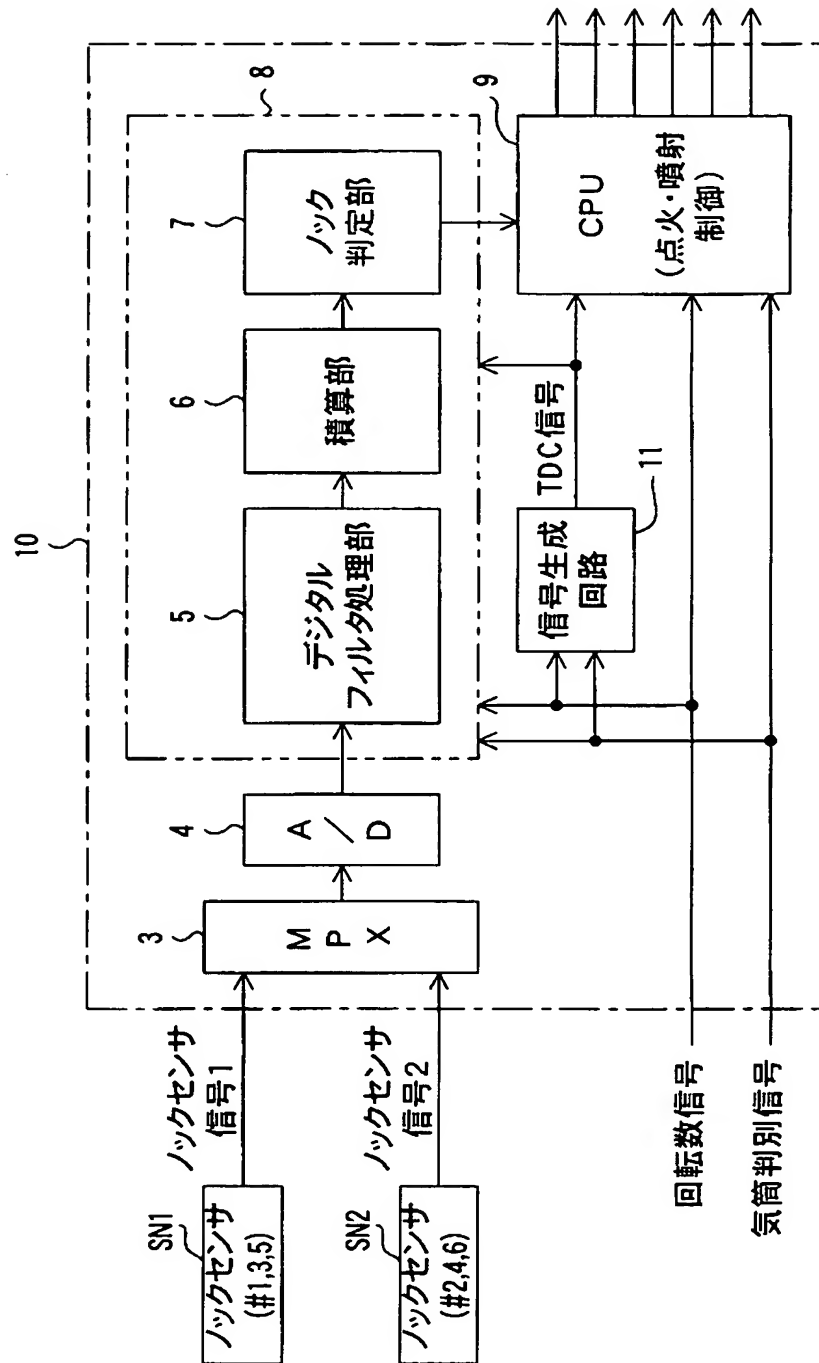
【符号の説明】

10…エンジン制御装置、3…マルチプレクサ (MPX)、4…A/D 変換器、5…デジタルフィルタ処理部、6…積算部、7…ノック判定部、8…マイコン、9…エンジン制御用の CPU、11…信号生成回路、SN1, SN2…ノックセンサ

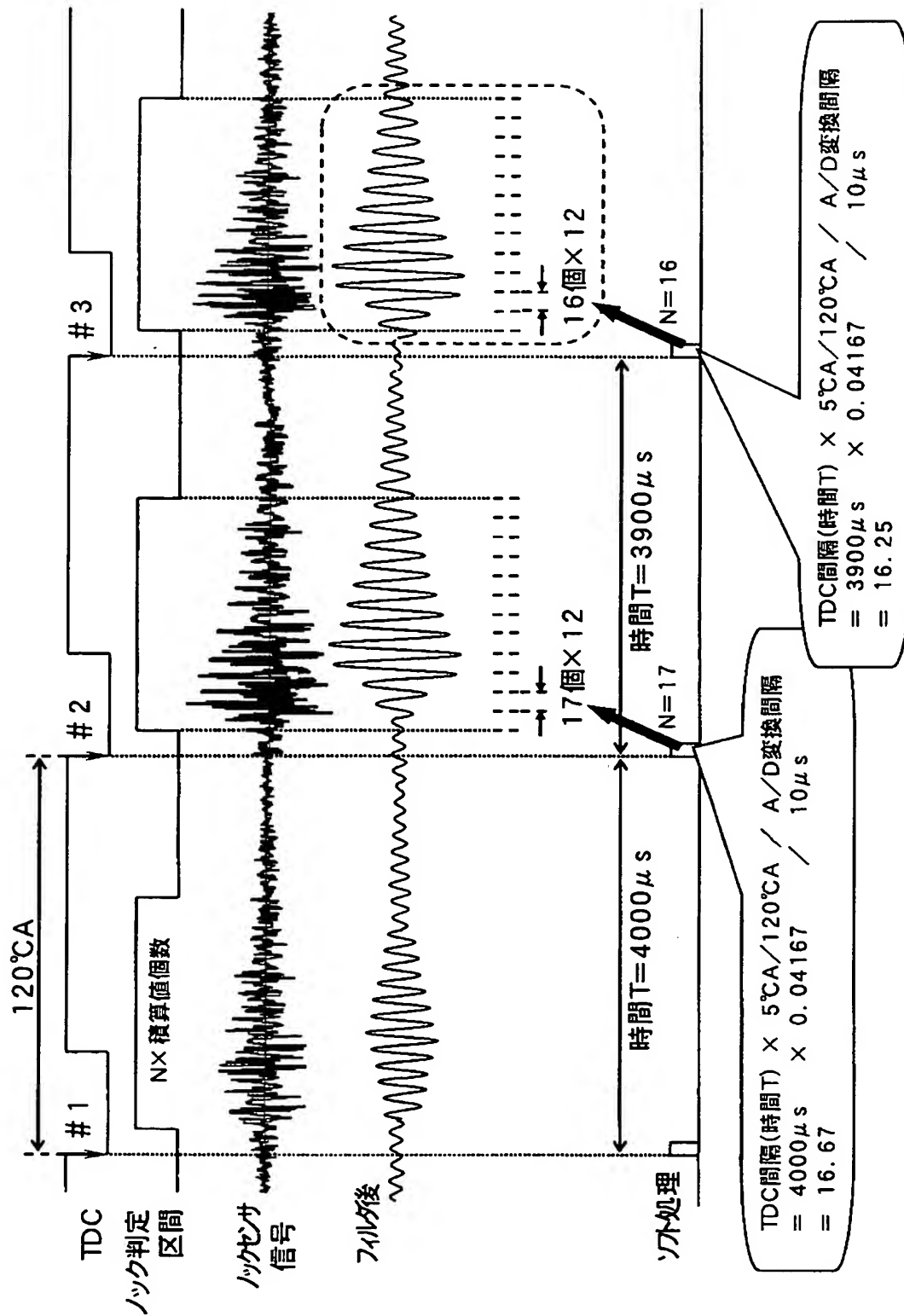
【書類名】

図面

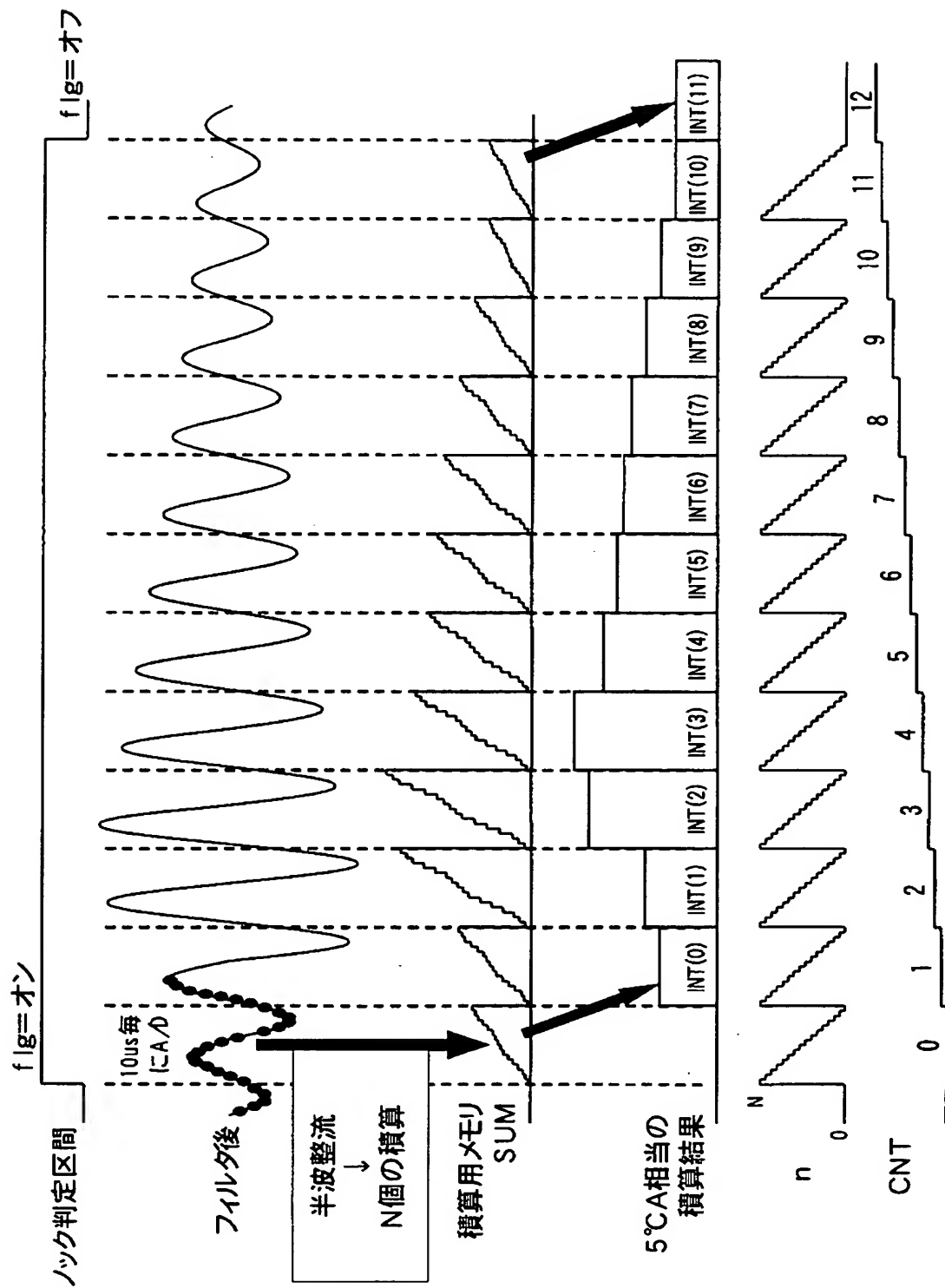
【図1】



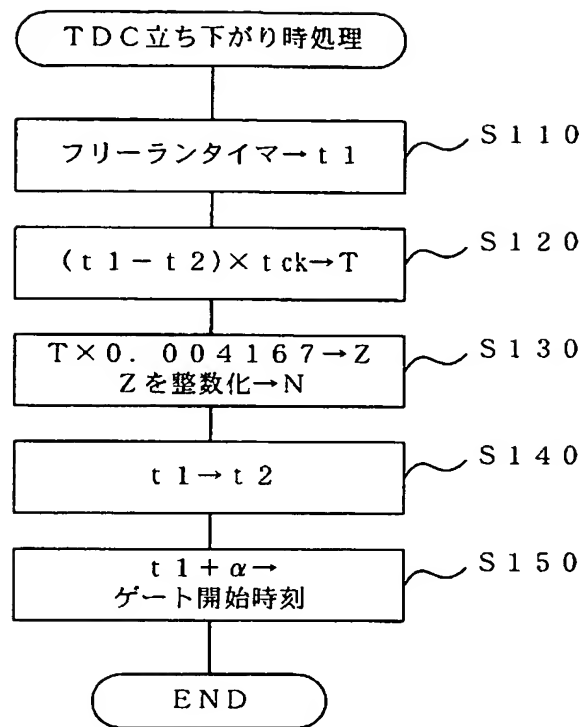
【図2】



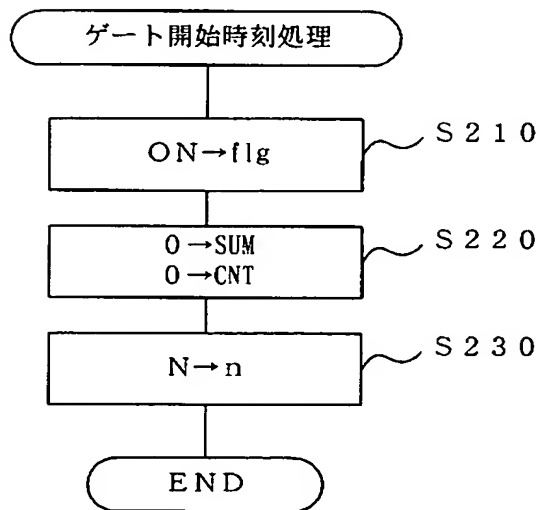
【図 3】



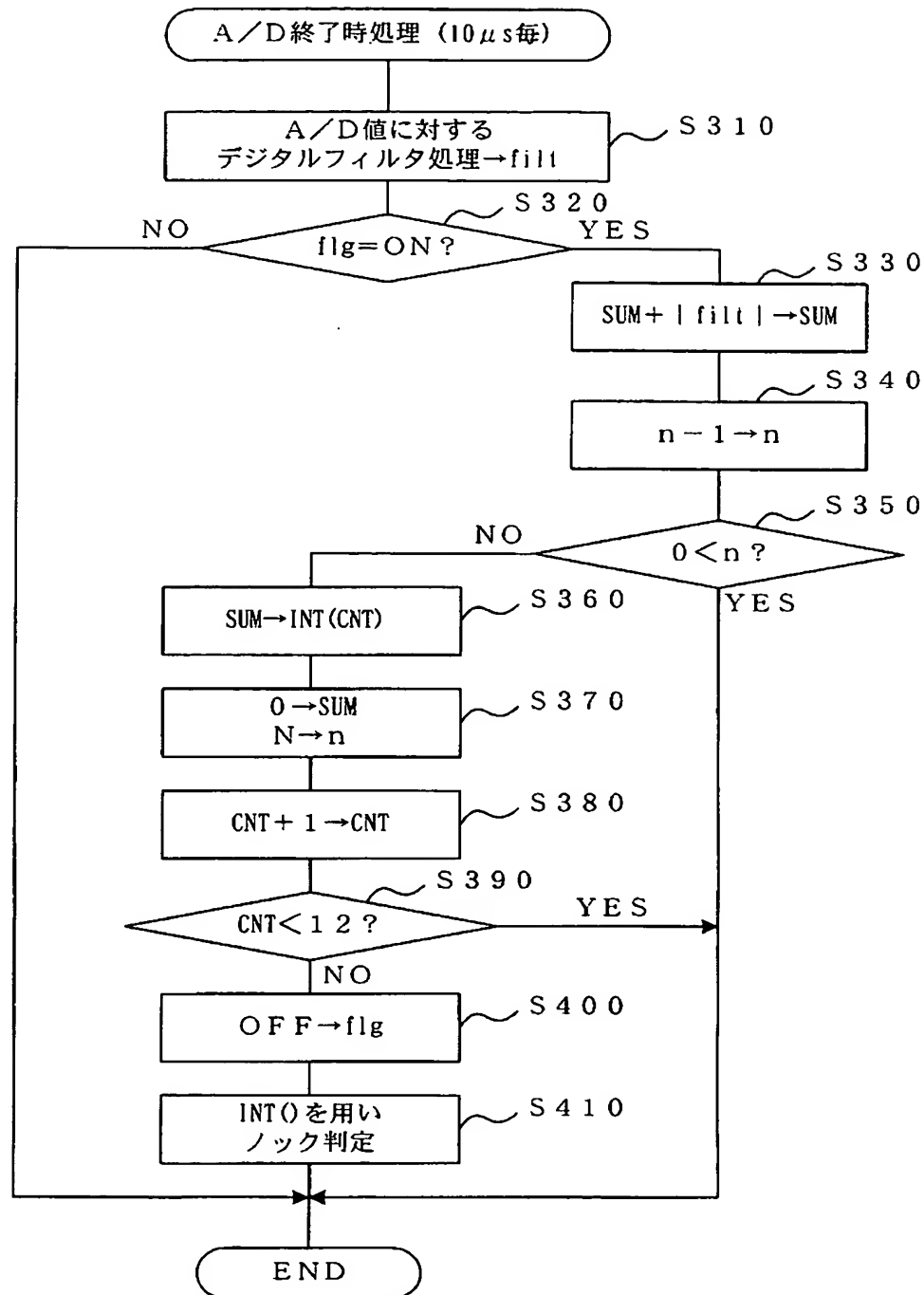
【図 4】



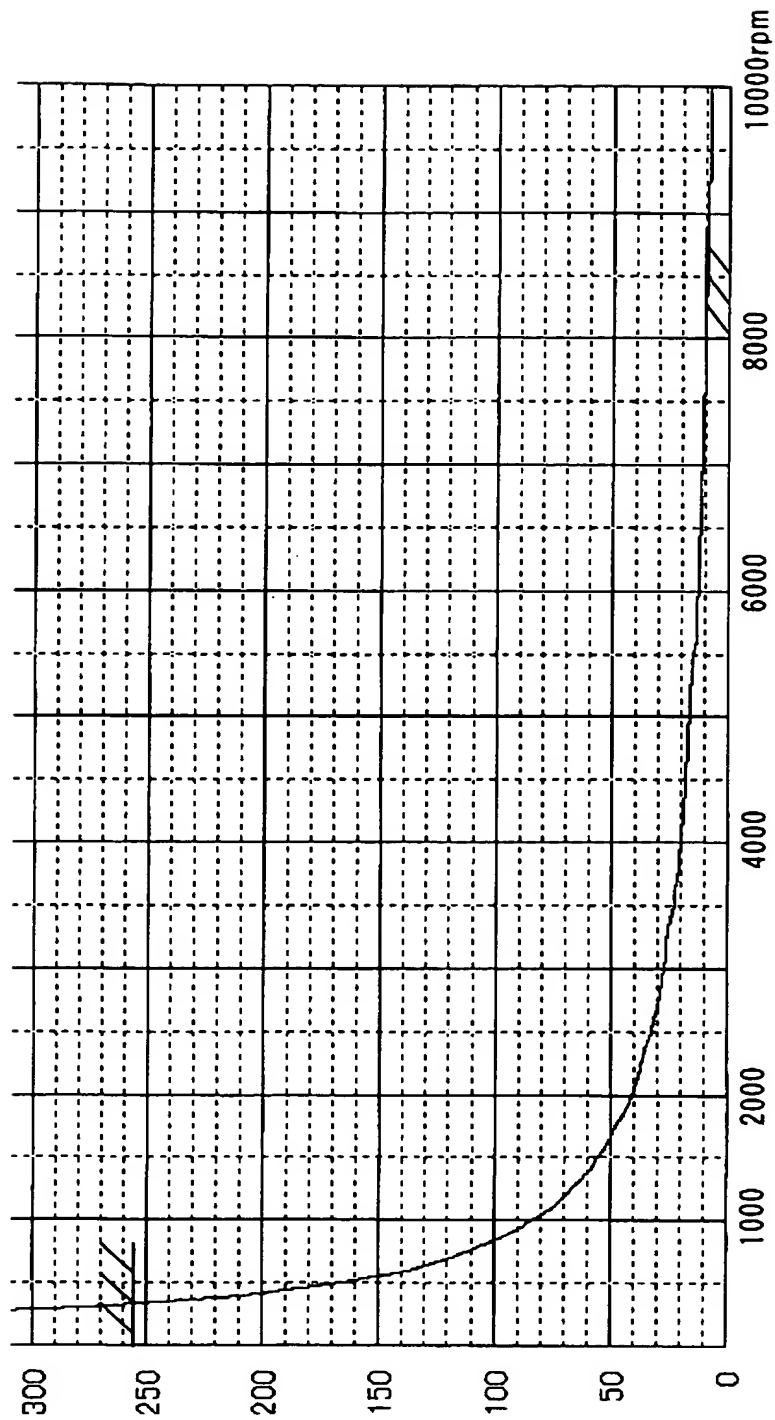
【図 5】



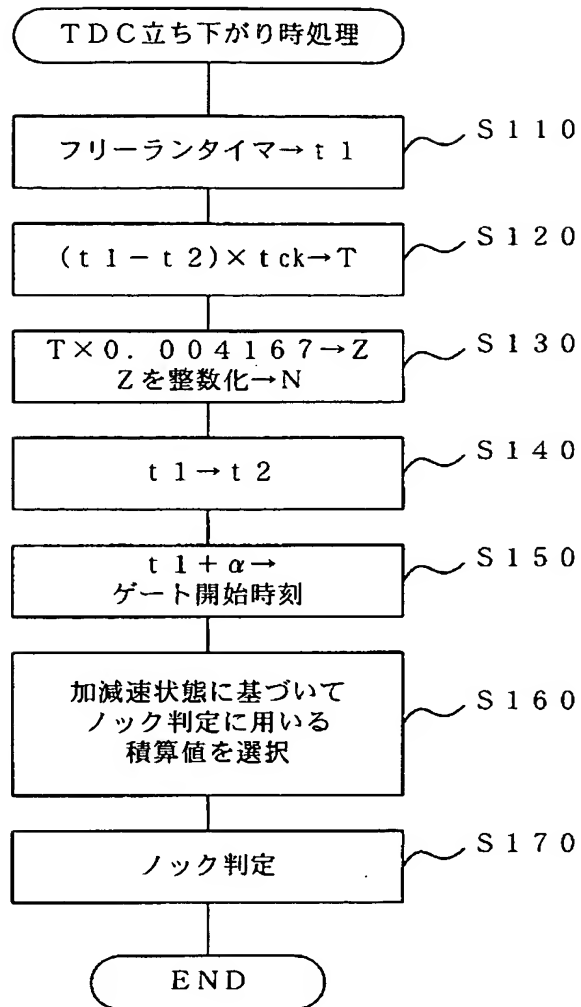
【図 6】



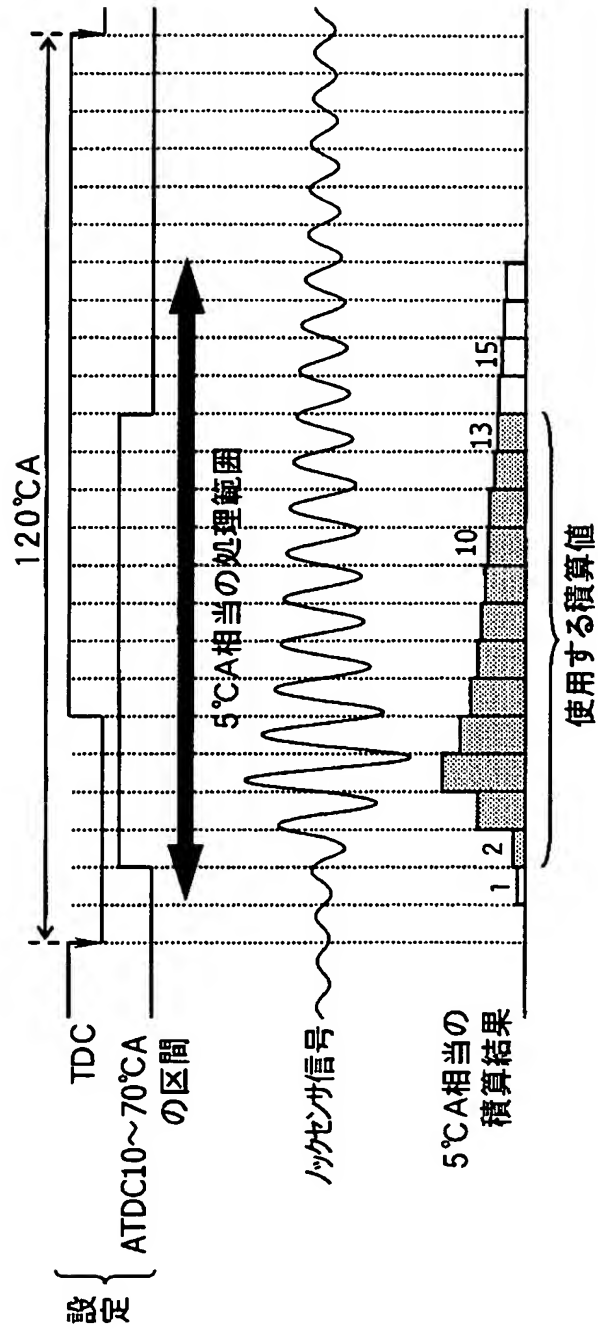
【図 7】



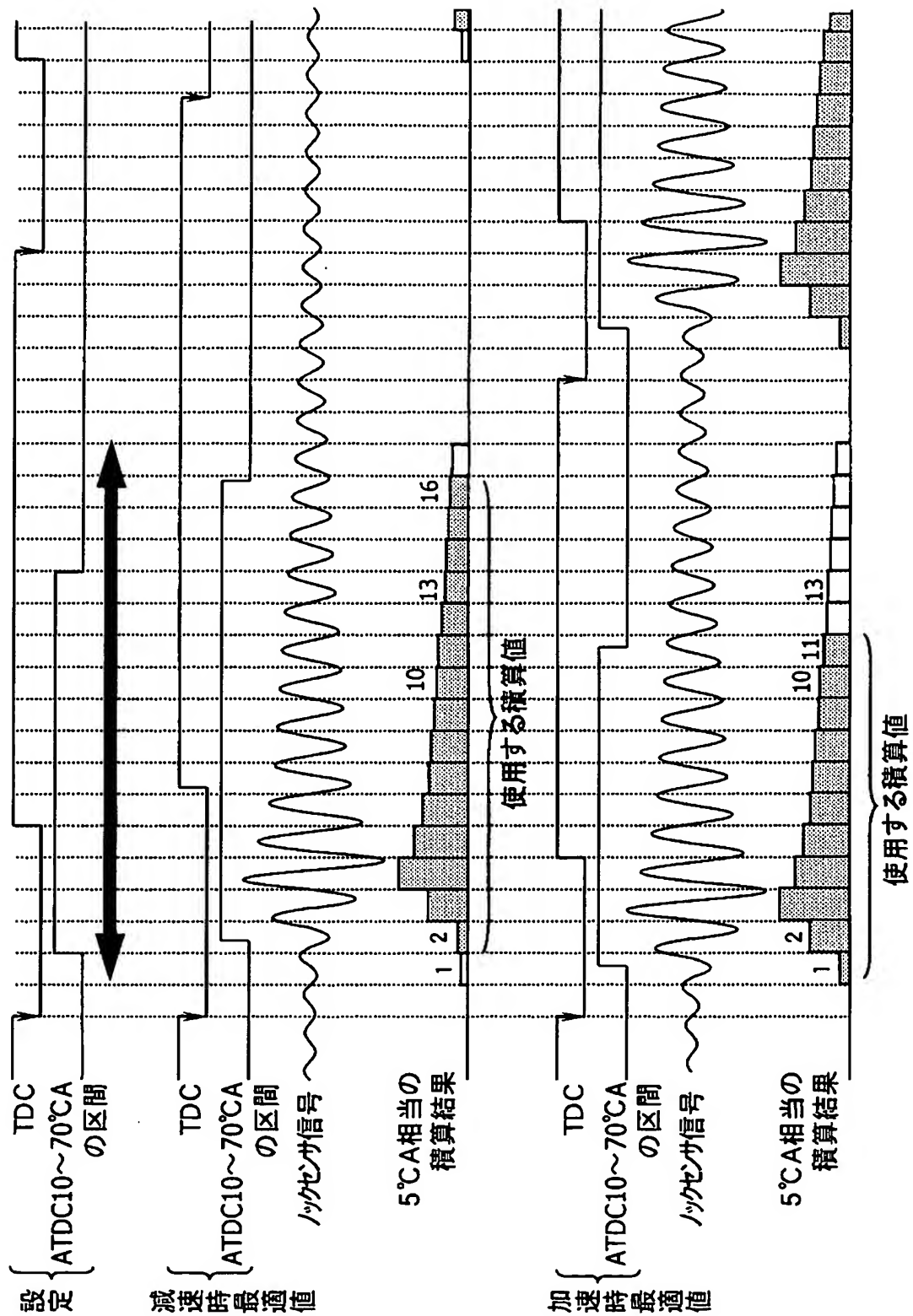
【図 8】



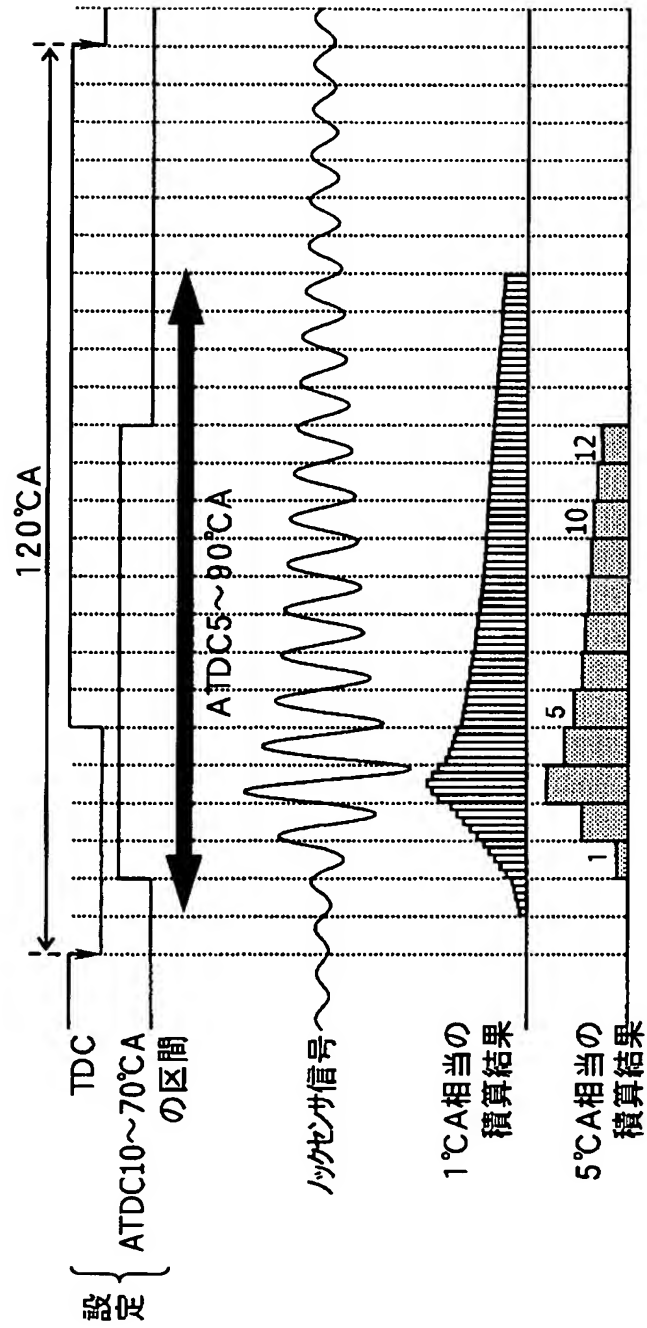
【図 9】



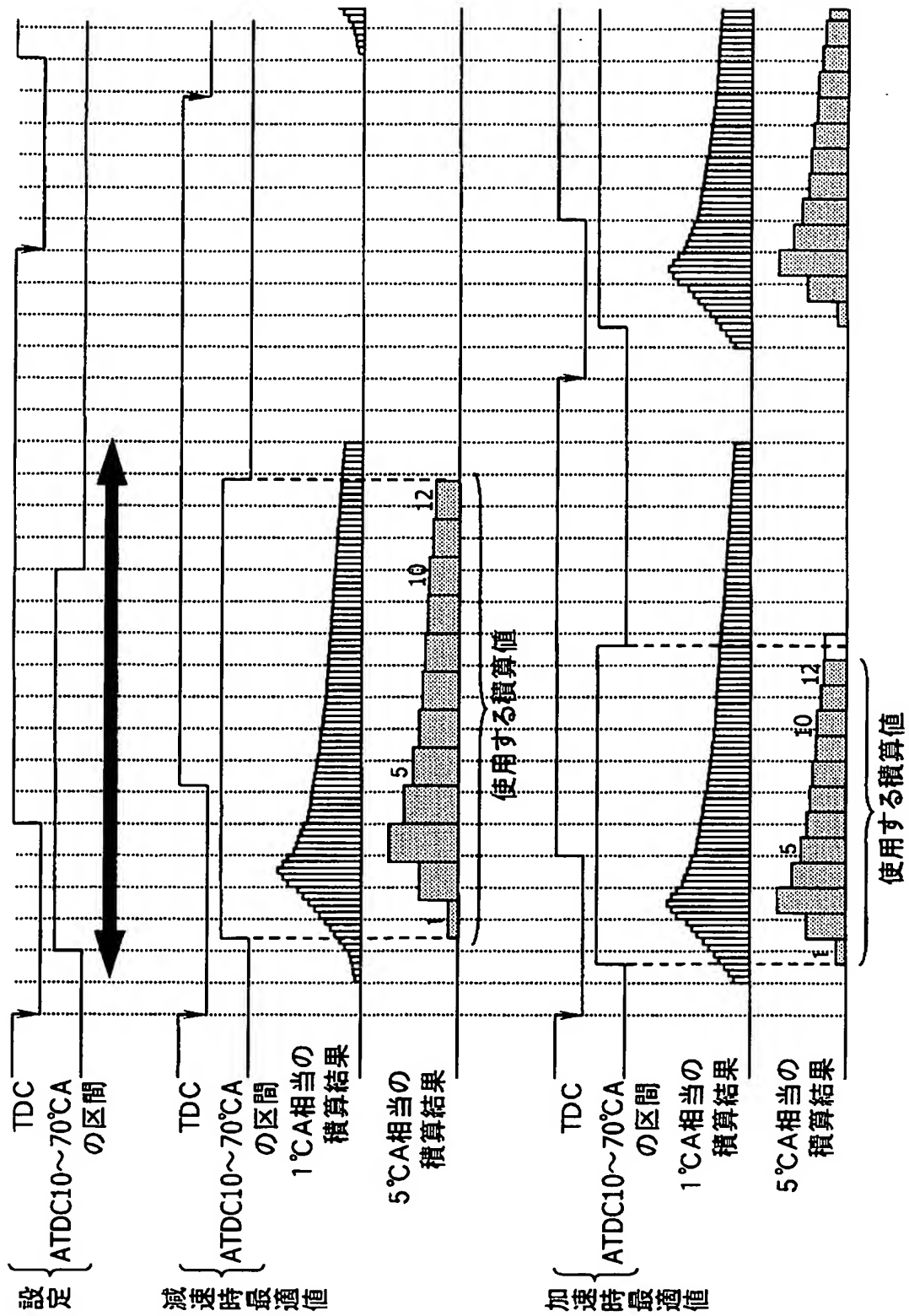
【図10】



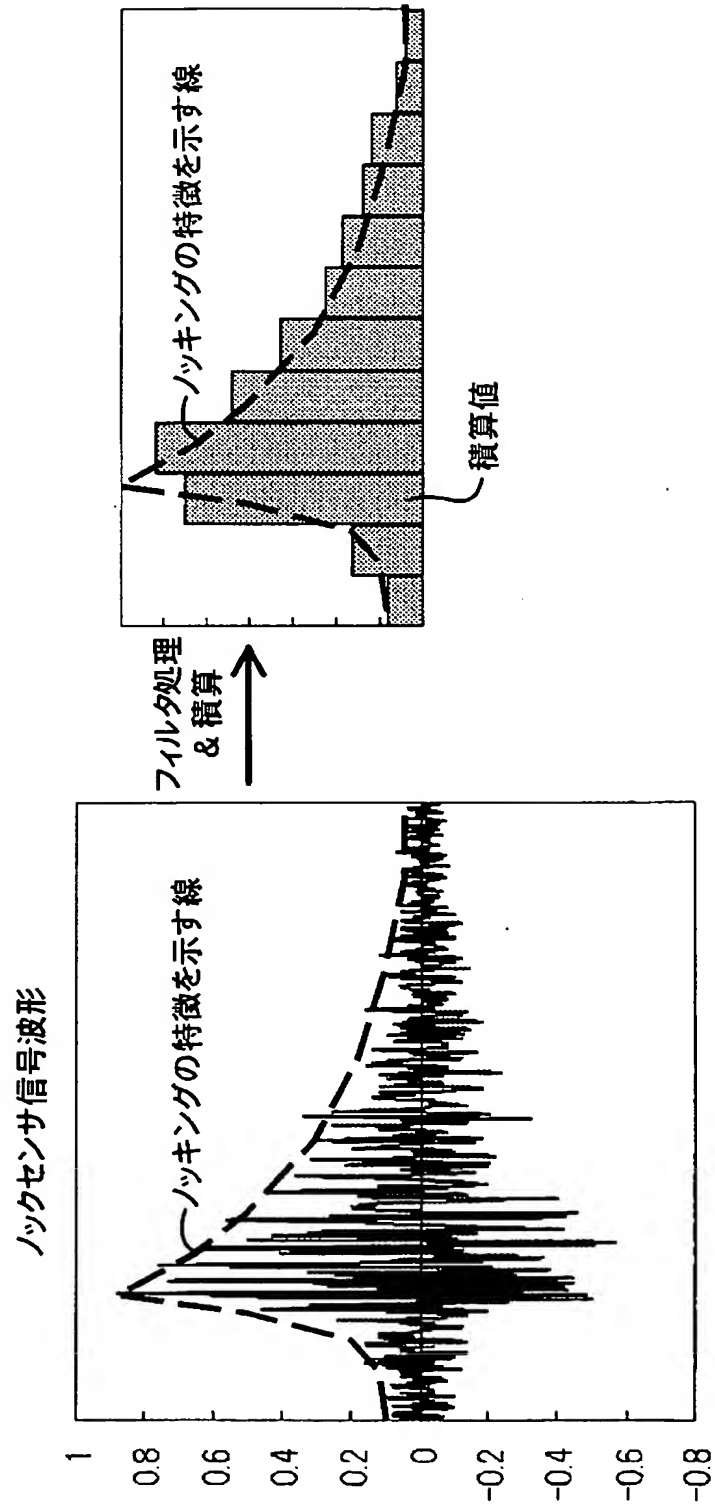
【図 11】



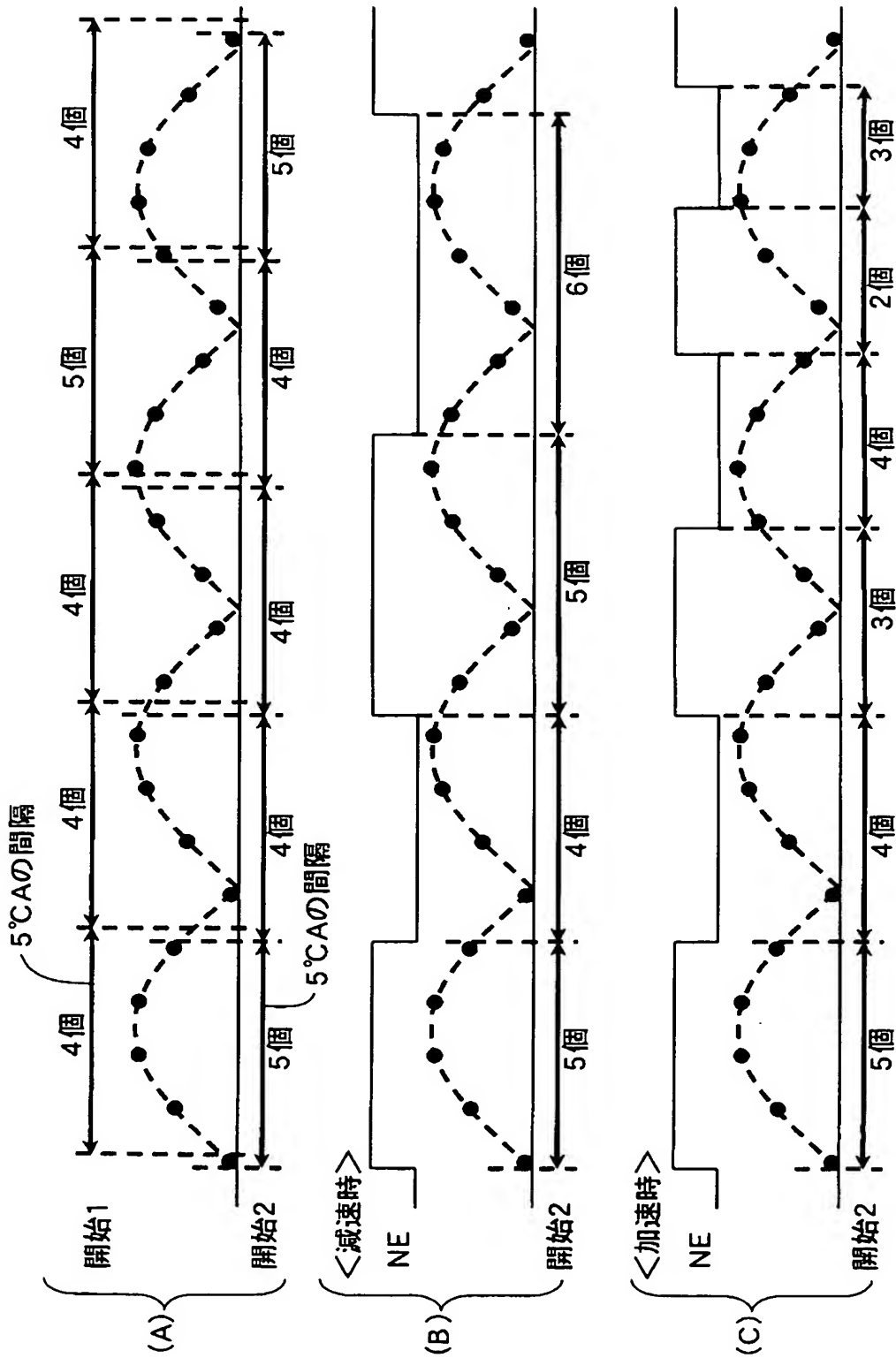
【図 12】



【図13】



【図 14】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 ノッキング判定のために保存すべきデータ数を低減しつつ、正確なノッキング判定が可能なノッキング検出装置を提供する。

【解決手段】 ノックセンサ信号を一定時間 t_s 毎に A/D 変換してデジタル的にフィルタ処理し、そのフィルタ処理結果データからノッキングの有無を判定する装置は、 120° CA 毎に立ち下がる TDC 信号の立ち下がり間隔時間 T を測定し、その時間 T から、 5° CA 分の時間を一定時間 t_s で割った数値を求め、その数値を四捨五入により整数化した値 N を算出する。そして、TDC 信号の立ち下がり時から所定クランク角度後（例えば 10° CA 後）のタイミングになると、上記一定時間（=A/D 変換間隔） t_s 毎に算出されるフィルタ処理結果データを上記 N 個分ずつ積算し、積算値の数が例えば 12 個になったら、その 12 個の積算値（即ち 60° CA 期間分の積算値）を用いてノッキング判定を行う。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 3 - 1 0 2 0 2 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1. 変更年月日	1 9 9 6 年 1 0 月 8 日
[変更理由]	名称変更
住 所	愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地
氏 名	株式会社デンソー